



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

AVALIAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS DA INTRODUÇÃO DE UM SISTEMA DE
POSTDIPPING E *BACKFLUSH* AUTOMATIZADO EM DUAS SALAS DE ORDENHA

SARA LUÍSA PALMA CABAÇO

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Rui José Branquinho de Bessa

Doutor George Thomas Stilwell

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

ORIENTADOR

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

2013

LISBOA



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

AVALIAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS DA INTRODUÇÃO DE UM SISTEMA DE
POSTDIPPING E *BACKFLUSH* AUTOMATIZADO EM DUAS SALAS DE ORDENHA

SARA LUÍSA PALMA CABAÇO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Rui José Branquinho de Bessa
Doutor George Thomas Stilwell
Doutor José Ricardo Dias Bexiga

ORIENTADOR

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

2013

LISBOA

AGRADECIMENTOS

À Diversey Portugal®, agora parte da Sealed Air®, pelo apoio financeiro que me permitiu a realização das culturas microbiológicas e a determinação dos teores de iodo no leite. Em especial ao Dr. Ruben Mendes e à Dra. Fernanda Pereira pelo interesse na proposta de estudo e por terem permitido que se tornasse real.

Ao meu orientador e amigo, o Doutor Ricardo Bexiga, por ter acreditado em mim desde o início, pela motivação e conselhos sábios, por todos os conhecimentos que me transmitiu e por todas as oportunidades que fez chegar até mim.

À Dra. Ema Roque, por todos os momentos de aprendizagem e diversão durante o estágio, pelas longas horas de conversa nas viagens para as vacarias, pela amizade e por ter confiado no trabalho que desenvolvi. PS: A Ema é fixe!

Obrigada aos dois por me terem tratado tão bem durante o estágio, oxalá todos os estagiários tivessem a mesma sorte!

À Carla Carneiro, pela paciência e capacidade de ensinar inesgotável e por toda a ajuda e sabedoria no mundo da microbiologia que me transmitiu!

Aos Doutores Hughes Guyot, Leonard Theron e Françoise Lessire pelo apoio durante a estadia em Liège, pelo interesse no tema do meu estudo e por todos os conhecimentos que me transmitiram durante o estágio.

Ao Doutor Telmo Nunes pela ajuda nos ajustes finais da análise estatística.

Aos produtores pelo interesse no estudo, pela simpatia com que me receberam nas explorações e por me autorizarem a realização do estudo e me disponibilizarem dados sobre as suas explorações. Ainda assim fiquei ressentida com o cão que me mordeu...

A todos os ordenhadores que me aturaram durante longas horas de ordenha e que adorei conhecer. Pela paciência e pelo tempo do vosso trabalho que dispensaram comigo.

À Tau, por me ajudar a acordar de madrugada para ir às ordenhas.

A todos os meus amigos, com quem posso sempre contar, em especial à Catarina, Cátia, Carol, Clau, Di, Bombinz (e mini-ser!), Nuno, Ju, sócio Beselga, Malcata, Rutinz, Eli, Joana Morgado e ao meu mentor de curso Luís Ribeiro (BIOM rules).

Ao Zé Nuno, por ter estado sempre ao meu lado, por me ter acompanhado nas longas e noturnas viagens, por toda a motivação e ideias que me deu, assim como o ombro amigo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, por me terem permitido ser quem sou e chegar até aqui.

Aos meus avós, pelo carinho, amizade e admiração que têm por mim, às minhas tias, primos e a toda a minha família.

E por fim, à estimada Professora Cristina Vilela. Recordo-me perfeitamente do dia do meu 3º ano em que ganhei coragem e lhe pedi para fazer um estágio no laboratório de microbiologia. Daí para a frente tudo foi acontecendo... Desde os ensaios da *Prototheca zopfii* com o Professor Ricardo Bexiga até aqui chegar. Se não fosse aquele dia provavelmente não estaria a apresentar este tema nem teria este orientador...

Quem me dera que a Professora estivesse a ler isto...

Avaliação das consequências da introdução de um sistema de *postdipping* e *backflush* automatizado em duas salas de ordenha

Resumo

A automatização de algumas ações da rotina de ordenha pode poupar tempo e diminuir os efeitos negativos do fator humano. Porém, há que comparar os resultados com a metodologia convencional. Neste estudo pretendeu-se avaliar o impacto de um sistema de *postdipping* e *backflush* de lavagem de tetinas automatizado (*ADF milking*®) em duas explorações leiteiras. Foram comparados, antes e depois da instalação: contagem de células somáticas totais (CCST), taxa de novas infeções (TNI), cobertura dos tetos pelo desinfetante (CT), contagem de microrganismos totais na superfície interior das tetinas (CMT), tempo de ordenha (TO) e teor de desinfetante no leite (iodo).

Obteve-se uma diminuição média da CCST na ordem dos 20% para ambas as explorações ($P<0,001$). As alterações da TNI não foram estatisticamente significativas. A CT variou entre os dois modos de aplicação ($P<0,001$). A CMT sofreu uma grande redução com a utilização do *backflush* ($P<0,001$). Registou-se uma redução do TO em todas as equipas, desde 2% até 16%. O teor de iodo no leite aumentou ficando porém, longe do limite máximo recomendado.

A conversão para o sistema de ordenha estudado trouxe alguns benefícios, embora não todos os esperados.

Palavras-chave: ordenha; *postdipping*; *backflush*; mastite.

Consequences of the use of an automated postdipping and backflush system on two farms

Abstract

The automation of some milking routine procedures can save time and reduce some pitfalls of the human factor. However, results need to be compared with the conventional methods. The objective of this study was to evaluate the effects, on two dairy farms, of converting to an automated postdipping and backflush combination (ADF milking[®]). The parameters evaluated included total somatic cell count (CCST), new intramammary infection rate (TNI), degree of teat cover by the teat disinfectant (CT), microbial count on the inner surface of teat liners (CMT), duration of milking (TO), and disinfectant (iodine) concentration on the bulk tank milk, comparing results before and after the installation.

There was a mean reduction of CCST around 20% in both farms ($P < 0,001$). Changes in TNI were not statistically significant. In CT, there were variations between the two application methods ($P < 0,001$). The CMT using the backflush was much smaller than not using ($P < 0,001$). The TO decreased in all cases, between 2 and 16%. Iodine concentration on bulk tank milk increased in both farms but always far below the maximum level recommended.

The conversion to this system led to some benefits but not all the expected ones.

Keywords: milking; *postdipping*; *backflush*; mastitis.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	i
Resumo	iii
Abstract	v
ÍNDICE GERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
LISTA DE ABREVIATURAS	xi
LISTA DE SÍMBOLOS	xi
RELATÓRIO DE ESTÁGIO	1
INTRODUÇÃO.....	3
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
1. A situação do setor leiteiro	5
2. Qualidade do leite: Requisitos legais e industriais	6
3. Definição de mastite, agentes causadores de mastite e consequências	7
4. Salas e equipamentos de ordenha	10
4.1. Impacto da máquina de ordenha na saúde do úbere	14
4.2. Manutenção do sistema de ordenha	16
5. A importância da rotina de ordenha.....	16
5.1. A importância do <i>postdipping</i> na rotina de ordenha.....	20
5.2. A importância do <i>backflush</i> das tetinas na rotina de ordenha.....	21
6. O leite como fonte de iodo.....	22
MATERIAL E MÉTODOS	25
1. Objetivos	25
2. Caracterização das explorações	25
2.1. Caracterização da ordenha	26
2.2. Caracterização da alimentação dos animais de produção.....	29
3. Descrição do equipamento PBA.....	30
4. Descrição das variáveis estudadas	31
4.1. Contagem de células somáticas totais do efetivo	31
4.2. Taxa de novas infecções	31
4.3. Cobertura dos tetos pelo desinfetante pós-ordenha	32
4.4. Contagem de microrganismos totais nas tetinas	33
4.5. Tempo de ordenha.....	34
4.6. Teor de iodo no leite	34
5. Análise estatística	35
RESULTADOS	36
1. Contagem de células somáticas totais do efetivo	36
1.1. Exploração A.....	36
1.2. Exploração B.....	37
2. Taxa de novas infecções	38
2.1. Exploração A.....	39
2.2. Exploração B.....	39
3. Cobertura dos tetos pelo desinfetante pós-ordenha	40
3.1. Exploração A.....	41
3.2. Exploração B.....	43
4. Contagem de microrganismos totais nas tetinas (exploração B)	45
5. Tempo de ordenha.....	46
5.1. Tempo de ordenha total	46
5.2. Tempo de ordenha por fila	46
5.3. Tempo em que pelo menos uma das filas esteve vazia	47
6. Teor de iodo no leite.....	47
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	48
1. Contagem de células somáticas totais do efetivo	49

2. Taxa de novas infeções.....	49
3. Cobertura dos tetos pelo desinfetante pós-ordenha	51
4. Contagem de microrganismos totais nas tetinas (exploração B)	54
5. Tempo de ordenha	55
6. Teor de iodo no leite.....	56
CONCLUSÃO	59
BIBLIOGRAFIA.....	60
ANEXO I.....	69
ANEXO II.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Utilização do <i>Penn State Separator</i> em consultas de nutrição de efectivos leiteiros, Liège.....	2
Figura 2 – Comunicação livre na II Conferência Anual do Conselho Português de Saúde do Úbere, Santarém.....	2
Figura 3 - Representação de salas de ordenha a) em espinha de peixe com saída única e b) em tandem. Adaptado de Reinemann (2007).....	10
Figura 5 - Esquema de uma sala de ordenha em carrossel (Reinemann, 2007).	11
Figura 4 - Esquema de uma sala de ordenha paralela com saída rápida (Reinemann, 2007).	11
Figura 6 - Esquema representativo dos componentes de um sistema de ordenha (exemplo) com o sistema de vácuo representado a preto e o sistema do leite a amarelo. Adaptado de Blowey & Edmondson (2010).	11
Figura 7 - Esquema representativo de uma unidade de ordenha. Adaptado de Blowey & Edmondson (2010).	12
Figura 8 - Representação de um ciclo de pulsação, onde se evidenciam as alterações de pressão que ocorrem na câmara de pulsação, e respetiva ação das tetinas nos tetos ao longo das fases de ordenha (a+b) e de massagem (c+d). Adaptado de Blowey & Edmondson (2010).	12
Figura 9 - Esquema representativo de uma força de impacto. Adaptado de Blowey & Edmondson (2010).	14
Figura 10 - Exemplo de uma rotina de ordenha de tipo territorial com 2 ordenhadores, respeitando os tempos de estimulação para a descida do leite, numa sala de ordenha equipada com ACRs.	19
A: Extração e observação dos primeiros jatos; B: <i>Predipping</i> ; C: Limpeza e secagem dos tetos;.....	19
D: Acoplamento as tetinas; F: <i>Postdipping</i> . Adaptado de Ruegg (2011).	19
Figura 11 - Desinfetante iodado aplicado nos tetos de uma vaca após a ordenha (original).24	
Figura 12 - Sala de ordenha da exploração A antes da instalação do sistema PBA (original).	25
Figura 13 - Esquema da sala de ordenha da exploração A. As setas representam o sentido da deslocação dos animais (original).	27
Figura 14 - Esquema da sala de ordenha da exploração B. As setas representam o sentido da deslocação dos animais (original).	27
Figura 15 - Imagens representativas dos diferentes graus de classificação da escala de higiene utilizada, de acordo com Hughes (2001). Fotografias cedidas pelo Doutor Ricardo Bexiga e pela Dra. Ema Roque.....	29
Figura 16 - Tetinas utilizadas pelo sistema PBA à esquerda e tetinas convencionais à direita (original).....	30

Figura 17 - Escala visual para classificação da cobertura dos tetos pelo <i>postdip</i> : 1 – não aplicado, 2 – extremidade do teto não protegida; 3 – extremidade do teto protegida mas cobertura da superfície do teto $\leq 60\%$; 4 – cobertura adequada (original).....	32
Figura 18 (à esquerda) - localização do injetor de desinfetante na boca da tetina (original). 51	
Figura 19 (à direita) - representação esquemática do local de injeção do desinfetante (adaptado de Olde Riekerink <i>et al.</i> , 2012).....	51
Figura 20 - Teto com CT heterogênea, apenas de um lado - grau 3. (original).	51
Figura 21 – Situação em que o desinfetante utilizado entrou para o coletor devido, provavelmente, a um posicionamento errado das tetinas (original).....	57

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios a que o leite cru de vaca deve obedecer segundo o Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Abril de 2004, que estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal.	6
Tabela 2 - Riscos e benefícios das formas físicas de desinfetantes pós-ordenha mais utilizados. Adaptado de Hemling, Lopez-Benavides, & Goossens (2011).	20
Tabela 3 - Ingestões recomendadas de iodo para diferentes subgrupos da população com necessidades distintas. Adaptado de FAO & WHO (2002).....	22
Tabela 4 – Caracterização das explorações A e B.....	26
Tabela 5 - Caracterização das equipas de ordenha acompanhadas no estudo.	27
Tabela 6 - Desinfetantes utilizados pré e pós-ordenha nas duas explorações estudadas.	28
Tabela 7 – Média da CCST mensal da exploração A, no período de 12 meses antes e depois da instalação do sistema PBA, diferença entre médias e valor de <i>P</i>	36
Tabela 8 - Média da CCST mensal da exploração B, no período de 12 meses antes e depois da instalação do sistema PBA, diferença entre médias e valor de <i>P</i>	37
Tabela 9 - Média da TNI mensal (%) da exploração A no período de 12 meses antes e depois da instalação do sistema PBA, diferença entre médias e valor de <i>P</i>	39
Tabela 10 - Média da TNI mensal (%) da exploração B no período de 12 meses antes e depois da instalação do sistema PBA, diferença entre médias e valor de <i>P</i>	39
Tabela 11 - Frequências das classificações da CT das equipas estudadas nas duas explorações, com aplicação manual vs automatizada (PBA), e valores de <i>P</i> , analisados para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4.....	41
Tabela 12 - Valores de <i>P</i> para a variação das classificações da CT entre quartos, nas duas explorações, com aplicação do desinfetante de forma manual e pelo sistema PBA.	41
Tabela 13 - Frequências das classificações da CT obtidas nas equipas A1 + A2, com aplicação manual vs automatizada (PBA), analisadas para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4. AP e AL representam o teto anterior mais próximo e mais longe do ordenhador, respetivamente, e PP e PL representam o teto posterior mais próximo e mais longe do ordenhador, respetivamente.	42
Tabela 14 - Frequências das classificações da CT obtidas na equipa A1 e valores de <i>P</i> , analisados para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4, com aplicação manual vs PBA.	42
Tabela 15 - Frequências das classificações da CT obtidas na equipa A2 e valores de <i>P</i> , analisados para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4, com aplicação manual vs PBA.	43
Tabela 16 - Frequências das classificações da CT obtidas nas equipas B1 + B2, com aplicação manual vs automatizada (PBA), analisadas para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4. AE e AD representam o teto anterior esquerdo e direito, respetivamente, e PE e PD representam o teto posterior esquerdo e direito, respetivamente.	44

Tabela 17 - Frequências das classificações da CT obtidas na equipa B1 e valores de <i>P</i> , analisados para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4, com aplicação manual vs PBA.	44
Tabela 18 - Frequências das classificações da CT obtidas na equipa B2 e valores de <i>P</i> , analisados para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4, com aplicação manual vs PBA.	45
Tabela 19 - Tempos de ordenha totais observados nas 4 equipas estudadas e número de vacas ordenhadas, antes e depois da instalação do sistema PBA e respetiva diferença. Em que <i>h</i> – tempo total de ordenha em horas; <i>n</i> – n.º de vacas ordenhadas; <i>VH</i> – n.º de vacas ordenhadas por hora; <i>VOH</i> – n.º de vacas ordenhadas por ordenhador por hora.	46
Tabela 20 - Tempo médio de ordenha por fila de vacas ordenhadas (em minutos), antes e depois da instalação do sistema PBA e diferença entre as respetivas médias, para as 4 equipas acompanhadas.	46
Tabela 21 - Quantidade do tempo total de ordenha em que pelo menos uma fila esteve vazia (%).	47
Tabela 22 - Teor de iodo no leite de tanque das explorações A e B (em µg/l) determinado por ICP-MS, antes e depois da instalação do sistema PBA.	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Produção leiteira anual por vaca (toneladas) em várias regiões do mundo em 2010 (Adaptado de IFCN, 2011).	5
Gráfico 2 - Efeito de suplementos de iodo na dieta de vacas leiteiras Holstein na concentração de iodo no leite produzido, apresentados como média ± desvio padrão. Adaptado de Schöne & Rajendram (2009).	24
Gráfico 3 - Representação da evolução mensal da diferença entre a CCST após a instalação do sistema PBA e a CCST antes da mesma (%), nas duas explorações estudadas.	36
Gráfico 4 - Representação da CCST da exploração A (em x1000 cél/ml), ao longo do tempo de estudo (desde janeiro de 2011 até dezembro de 2012).	37
Gráfico 5 - Representação da CCST mensal no leite do tanque da exploração B (em x1000 cél/ml), ao longo do tempo de estudo (desde maio de 2011 até fevereiro de 2013).	38
Gráfico 6 - Representação da evolução mensal da diferença entre a TNI após a instalação do sistema PBA e a TNI antes da mesma (%), nas duas explorações estudadas.	38
Gráfico 7 - Representação da TNI mensal calculada da exploração A (%), ao longo do tempo de estudo (desde janeiro de 2011 até dezembro de 2012).	39
Gráfico 8 - Representação da TNI mensal calculada da exploração B (%), ao longo do tempo de estudo (desde maio de 2011 até abril de 2013).	40
Gráfico 9 - Frequências relativas (%) dos 4 graus de classificação da cobertura dos tetos registadas antes e depois da instalação do sistema PBA, para todas as equipas estudadas em conjunto.	40
Gráfico 10 - Frequências absolutas das amostras colhidas com zaragatoa da superfície interior das tetinas com e sem o sistema PBA, distribuídas por intervalos de contagens de microrganismos totais (ufc/ml).	45
Gráfico 11 - Tempos médios de ordenha por fila de vacas ordenhada (em minutos) para cada equipa de ordenha, antes e depois da instalação do sistema PBA.	47

LISTA DE ABREVIATURAS

ACRs - Retiradores automáticos das tetinas
AD - Anterior direito
AE - Anterior esquerdo
AL - Anterior mais longe do ordenhador
AP - Anterior mais próximo do ordenhador
CCS - Contagem(ns) de células somáticas
CCST - Contagem de células somáticas totais do efetivo
CMT - Contagem de microrganismos totais na superfície interior das tetinas
CT - Grau de cobertura dos tetos pelo desinfetante pós-ordenha
EU - União Europeia
FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations*
I - Iodo
ICP-MS - *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*
IDF - *International Dairy Federation*
IFCN - *International Farm Comparison Network*
IL - Teor de iodo no leite de tanque
INE - Instituto Nacional de Estatística
ISO - *International Organization for Standardization*
NMC - *National Mastitis Council*
PBA - Sistema de *postdipping* e *backflush* automatizado
PD - Posterior direito
PE - Posterior esquerdo
PL - Posterior mais longe do ordenhador
POF - Postos ocupados por fila
PP - Posterior mais próximo do ordenhador
SCF - *Scientific Committee on Food*
SCN - *Staphylococci* coagulase-negativos
T3 - Triiodotironina
T4 - Tiroxina
TMR - *Total Mixed Ration*
TNI - Taxa de novas infeções intramamárias
TO - Tempo de ordenha
TOT - Tempo de ordenha total
TOF - Tempo de ordenha por fila
TOSV - Tempo de ordenha em que pelo menos uma das filas esteve vazia
TSH - Hormona estimuladora da tiróide
VH - Número de vacas ordenhadas por hora
VOH - Número de vacas ordenhadas por ordenhador por hora
WHO - *World Health Organization* (Organização Mundial de Saúde, OMS)

LISTA DE SÍMBOLOS

χ^2 - Chi-quadrado
 δ - Desvio padrão
♂ - Homem
♀ - Mulher

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

A autora realizou o seu estágio curricular entre 1 de outubro de 2012 e 1 de fevereiro de 2013, em consultoria de saúde do úbere e qualidade do leite. O estágio curricular foi repartido em duas partes: uma realizada em Portugal e outra fora de Portugal, nomeadamente em Liège, Bélgica, com o objetivo de comparar métodos de trabalho e, desta forma, enriquecer conhecimentos.

Durante o mês de setembro de 2012, a autora participou no saneamento de uma exploração leiteira e em várias consultas e cirurgias com o Dr. Dário Guerreiro, e em várias visitas de consultoria de saúde do úbere e qualidade do leite com o Doutor Ricardo Bexiga e a Dra. Ema Roque, embora de cariz extracurricular, funcionando como preparação para o estágio em Liège.

Em Liège, a autora teve a oportunidade de participar em consultas de saúde do efetivo cobrindo vários temas (nutrição, reprodução, saúde do úbere) e também em cirurgias, saneamentos e clínica geral. Tendo a Bélgica uma raça de bovinos bastante típica e comum na região, *Blanc Bleu Belge*, a autora teve a oportunidade de lidar com animais desta raça, bem como com as suas patologias específicas. Os casos clínicos mais marcantes incluíram: uma glossectomia de um vitelo com glossomegália congénita, uma enterectomia de um vitelo com invaginação intestinal, uma uretostomia de um vitelo com obstrução urinária e peritonite química e várias cirurgias para correção de contraturas congénitas dos membros. Teve também a oportunidade de ver *robots* de ordenha em funcionamento e participar em consultoria da qualidade do leite das respetivas explorações. Durante este estágio a autora dedicou-se também à área da nutrição, participando em consultas de saúde do efetivo com a avaliação da silagem e da dieta distribuída através do *Penn State Separator*, medição do pH do líquido ruminal extraído com sonda protegida, visualização ao microscópio da flora ruminal, determinação do potencial redox do líquido ruminal e medição da temperatura nos silos para avaliação do estado de conservação da silagem. Teve ainda a oportunidade de colaborar nas aulas práticas de consultas de qualidade do leite, ajudando os alunos a classificar graus de hiperqueratose, hipóxia e outras lesões nos tetos, tempos e rotina de ordenha, classificações de higiene, e determinação dos níveis de β -hidroxibutiratos e glucose no sangue.

Em Portugal, realizou o seu estágio com o Doutor Ricardo Bexiga e a Dra. Ema Roque, tendo participado ativamente nas visitas, que englobaram a identificação de animais-problema, a realização do Teste Californiano de Mastites, recolha de amostras de leite para cultura bacteriológica, processamento das amostras de leite no laboratório de microbiologia da FMV, cálculo de taxas de cura de mastites, análise do contraste leiteiro e formação de ordenhadores. Durante o período de estágio, a autora conheceu várias explorações, cada

uma com características específicas, sendo que o estudo para a dissertação de mestrado decorreu em duas delas.

A autora teve ainda a oportunidade de publicar o presente estudo numa revista não científica (Ruminantes), de o apresentar em comunicação livre na II Conferência Anual do Conselho Português de Saúde do Úbere, 23 de fevereiro de 2013, Santarém e de o expor em *poster* nas XV Jornadas da Associação Portuguesa de Buiatria, 24 a 26 de maio de 2013, Ílhavo. O presente estudo foi ainda aceite para comunicação oral no congresso Buiatrissima em Berna, Suíça (28 a 30 de agosto de 2013), realizada pelo Doutor Ricardo Bexiga.

Figura 1 – Utilização do *Penn State Separator* em consultas de nutrição de efectivos leiteiros, Liège.



Figura 2 – Comunicação livre na II Conferência Anual do Conselho Português de Saúde do Úbere, Santarém.



INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, o crescimento do tamanho médio dos efetivos leiteiros, o aumento dos custos associados à produção e a crescente corrida pela competitividade no sector, levam cada vez mais produtores a procurar métodos automatizados aplicados ao processo da ordenha, com o objetivo de reduzir o tempo e a necessidade de mão-de-obra, minimizar os custos e aumentar a eficiência produtiva, sem afetar a qualidade do leite (Wilson, 2011; Jago, Burke, & Williamson, 2010; Dela Rue, 2008).

Diversos dispositivos têm sido criados ao longo dos tempos para automatizar a ordenha (Bickert, Speicher, & Armstrong, 1974). Alguns deles tornaram-se quase indispensáveis em explorações comerciais nos dias de hoje, como é o caso dos retiradores automáticos das tetinas (ACRs) e dos sistemas hidráulicos para abertura e fecho das portas que controlam a entrada e saída dos animais.

Com ênfase na eficiência e rendimento dos procedimentos e sistemas de ordenha, novas tecnologias continuam a ser desenvolvidas para aumentar a eficácia do trabalho e desempenho da ordenha (Smith, 2003). A tecnologia informática associada à máquina de ordenha também permitiu um precioso aumento da informação e dos registos disponíveis sobre cada animal ordenhado (Ginsberg, Rak, Arazi, & Aizinbud, 2011), o que facilita e melhora a tomada de decisões a nível de gestão da exploração (abordagem clínica, reprodução, etc.).

Mais recentemente surgiram os *robots* de ordenha, que constituiriam um grande passo de modernização na produção leiteira. No entanto, esta tecnologia encontra-se ainda em fase de desenvolvimento, com algumas falhas e limitações reconhecidas atualmente quanto à saúde do úbere (Persson Waller, Westermarck, Ekman, & Svennersten-Sjaunja, 2003; Hovinen & Pyörälä, 2011).

Os dispositivos de aplicação do desinfetante pós-ordenha (*postdipping*) e lavagem interna das tetinas (*backflush*) automatizados não são recentes, embora não tenham sido muito estudados. Foram desenvolvidos para reduzir o tempo de trabalho da rotina de ordenha, substituindo a aplicação manual do desinfetante pós-ordenha (*postdip*) pela automatização e aplicação consistente do *postdip*, antes da remoção das tetinas. A primeira referência a um sistema deste género surgiu em 1989, por Grindal & Priest (1989). Mais tarde, Galton (2004) descreveu um sistema em que o desinfetante era injetado através do tubo curto do leite (*Westfalia Surge Air Dip Technology*[®], *Westfalia Surge*[®]). Em 2008 foi descrito um outro sistema (*ADF milking*[®]), idêntico ao utilizado no presente estudo (Hogewerf *et al.*, 2008).

Tem sido descrito um aumento do número de explorações comerciais que recorrem a este tipo de sistemas, nomeadamente na Holanda, Reino Unido, Canadá, Austrália e Nova Zelândia. Em Portugal, foi instalado o primeiro dispositivo de *postdipping* e *backflush* automatizado numa exploração comercial em Dezembro de 2011, acontecimento que despoletou o interesse pela realização deste estudo. Mais tarde, foi instalado o segundo sistema deste género em Portugal, o que permitiu uma ampliação do estudo para duas explorações.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

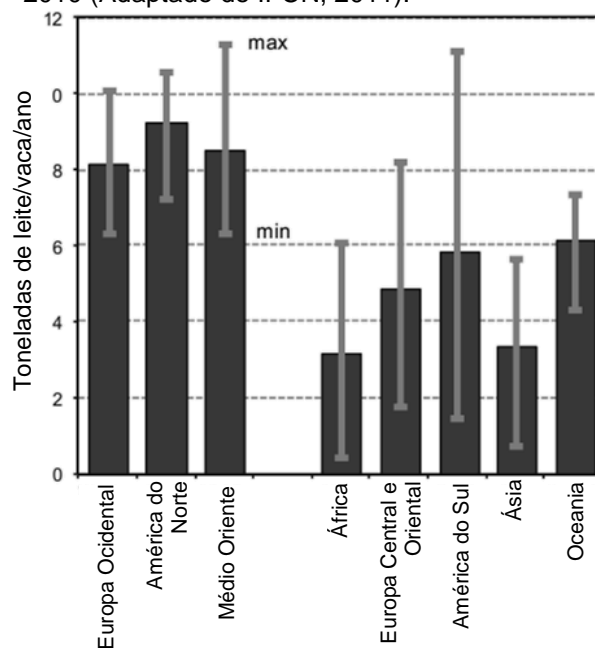
1. A situação do setor leiteiro

Nas últimas três décadas, a produção mundial de leite aumentou mais de 50%, de 470 milhões de toneladas em 1981 para 727 milhões de toneladas em 2011, sendo que 83% desta produção provém de vacas leiteiras (International Farm Comparison Network [IFCN], 2011). Os Estados Unidos da América são os maiores produtores de leite de vaca a nível mundial, seguidos da Índia e da China. Os países em desenvolvimento continuam a ter um consumo *per capita* muito inferior ao dos países industrializados, embora a diferença esteja a diminuir de forma gradual, especialmente no Leste e no Sul da Ásia (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2012).

Na União Europeia (UE), a produção leiteira tem uma estrutura diversa entre Estados-Membros, em termos de dimensão das explorações e de efetivos, bem como da produção de leite propriamente dita. Em 2011, os principais produtores da UE foram a Alemanha e a França. Portugal contribuiu com cerca de 1,3% para a produção total da UE (Eurostat, 2012). A produção de leite total da EU aumentou cerca de 18% entre 2001 e 2011, para 156 milhões de toneladas em 2011. Apesar da queda relativamente acentuada no número de vacas leiteiras entre 2001 e 2011 (16%), a produção de leite de vaca aumentou 18,4% no mesmo período, com uma produção de 151 milhões de toneladas em 2011 (mais 2 milhões de toneladas que em 2010), indicando um forte aumento na produção de leite – cerca de 1,7% por ano (Eurostat, 2013).

A média de produção de leite de vaca na UE-27 aumentou 20% de 2001 a 2011, sendo cerca de 6.692 kg por vaca leiteira em 2011. A produção de leite de vaca reflete a importância do sector do leite, e o rendimento aparente indica a sua eficiência. Na EU-27 variou entre mais de 8.000 kg por vaca na Dinamarca, Espanha, Finlândia e Suécia, e menos de 4.000 kg por vaca na Roménia e na Bulgária (gráfico 1), onde o rendimento foi afetado por uma combinação de desenvolvimento mais lento e menor tamanho dos efetivos (Eurostat, 2013), entre outros fatores.

Gráfico 1 - Produção leiteira anual por vaca (toneladas) em várias regiões do mundo em 2010 (Adaptado de IFCN, 2011).



Em Portugal, no ano de 2012 verificou-se um ligeiro aumento de 0,9% na produção total de leite face a 2011. O leite de vaca, com cerca de 1.881 milhões de litros, aumentou a produção em 1,1%, relativamente ao ano anterior (Instituto Nacional de Estatística [INE], 2013). O ligeiro aumento do volume de recolha em 2012 é, em parte, justificado pelos acréscimos de produção dos melhores produtores e pelo estabelecimento de alguns contratos específicos entre a produção e a indústria nacional, que garantiu as entregas de leite. No entanto, os produtores nacionais enfrentaram um agravamento dos custos de produção e uma forte volatilidade dos preços das principais matérias-primas ligadas à alimentação animal. Apesar do preço do leite em 2012 em Portugal ter registado uma subida em relação ao ano anterior, o setor continua com dificuldade em acompanhar a evolução dos custos de produção. Em 2012 estavam registadas 237.000 cabeças de vacas leiteiras em Portugal, segundo NUTS II, 145.000 destas em Portugal Continental (INE, 2013).

2. Qualidade do leite: Requisitos legais e industriais

A legislação comunitária exige da produção leiteira a obtenção de uma matéria-prima que não ponha em causa a saúde pública, a qualidade e a segurança alimentar.

O Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Abril de 2004, estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal, nomeadamente relativas à produção de leite. Neste contexto legal, os operadores das empresas do setor alimentar devem dar início aos procedimentos necessários para assegurar que o leite cru obedece aos critérios enumerados na tabela 1, quanto à contagem em placas a 30 °C e à contagem de células somáticas. Os operadores das empresas do sector alimentar devem ainda garantir que não é colocado leite cru no mercado cujo teor de resíduos de antibióticos ultrapasse os níveis autorizados para qualquer uma das substâncias referidas nos Anexos I e III do Regulamento (CEE) n.º 2377/90 ou em que o total combinado dos resíduos de todas as substâncias antibióticas ultrapasse qualquer valor máximo permitido.

Tabela 1 - Critérios a que o leite cru de vaca deve obedecer segundo o Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Abril de 2004, que estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal.

Contagem em placas a 30 °C (por ml)	≤ 100.000 (*)
Contagem de células somáticas (por ml)	≤ 400.000 (**)

* Média geométrica constatada ao longo de um período de dois meses, com pelo menos duas colheitas mensais.

** Média geométrica constatada ao longo de um período de três meses, com pelo menos uma colheita mensal, a não ser que a autoridade competente especifique outra metodologia para atender às variações sazonais nos níveis de produção.

O Regulamento (CE) n.º 853/2004 refere também que deve ser controlado um número representativo de amostras de leite cru colhidas em explorações de produção de leite por amostragem aleatória para verificar a sua conformidade com os critérios acima referidos.

A qualidade do leite cru influencia o sistema de pagamento ao produtor. Os parâmetros analisados para a classificação do leite – a nível de produção e indústria – são de ordem físico-química (% gordura, % proteína, % extrato seco desengordurado, ponto de congelação e ureia) e higio-sanitária (presença de inibidores, contagem total de microrganismos e contagem de células somáticas). São atribuídas bonificações e penalizações baseadas em todos estes parâmetros, que se refletem no valor do litro de leite pago pela indústria aos produtores.

A valorização da qualidade como um dos componentes do preço final do leite ao produtor tem como objetivo favorecer o desenvolvimento de programas de melhoria de eficiência nas explorações, aumentar os rendimentos no processo de transformação e garantir ao consumidor final a ausência de riscos sanitários (Medeiros, 2008).

3. Definição de mastite, agentes causadores de mastite e consequências

A mastite é definida como uma reação inflamatória da glândula mamária e, de acordo com a causa ou principal causa da inflamação, pode ser classificada como infecciosa, traumática ou tóxica (International Dairy Federation [IDF], 1987).

A resposta imunitária do hospedeiro a uma mastite origina um aumento do número de leucócitos (principalmente neutrófilos) na glândula mamária do quarto inflamado, levando ao aumento da contagem de células somáticas (CCS) no leite (Caraviello, Weigel, Shook, & Ruegg, 2005; National Mastitis Council [NMC], 2005). Este parâmetro mede a concentração de leucócitos e células epiteliais de descamação presentes no leite, sendo geralmente inferior a 200.000 células somáticas por mililitro de leite (cél/ml) num quarto saudável (Caraviello *et al.*, 2005), e é utilizado como indicador da saúde do úbere (Reneau, 1986), monitorizado mensalmente em muitas explorações leiteiras (contraste leiteiro). Vários autores assumem o valor de 200.000 células/ml como o limiar para deteção de mastite a nível da vaca (Dohoo & Leslie, 1991; Lopez-Benavides, Ceballos-Marquez, Rauch, Hemling, & Schukken, 2012).

Existem vários fatores envolvidos no aparecimento de uma nova infeção: a existência de um reservatório de infeção, a transferência do agente do reservatório para a extremidade do teto de uma vaca não infetada, a penetração do canal do teto pelo agente infetante, a resposta do hospedeiro e o período da lactação em que ocorre a infeção (período seco ou produção) (Blowey & Edmondson, 2010).

A mastite pode manifestar-se de forma clínica ou subclínica (Bramley *et al.*, 1996). Uma mastite clínica é acompanhada de sinais clínicos muito variados, desde ligeiras alterações no leite observadas aquando da retirada dos primeiros jatos, passando pela inflamação visível do úbere (edema, rubor, calor e dor) com diminuição da produção mais ou menos acentuada, até sinais sistémicos severos, podendo mesmo levar à morte do animal (NMC, 1996; Ruegg, 2011). A mastite subclínica não origina sinais clínicos facilmente detetáveis e necessita de métodos de diagnóstico indiretos para a sua deteção. Por isso, muitas vezes passa despercebida, tornando-se no tipo de mastite mais prevalente em muitas explorações leiteiras (Ruegg, 2011). Para deteção de uma mastite subclínica pode-se recorrer a métodos como a CCS ou a condutividade elétrica no leite. Pode-se recorrer também ao Teste Californiano de Mastites (*California Mastitis Test*) que indica de forma rápida a ordem de grandeza de células somáticas presentes no leite testado. A cultura bacteriológica de amostras de leite é realizada para determinar a presença de infeção na glândula mamária de vacas leiteiras (Bramley *et al.*, 1996), no caso de a mastite subclínica estar associada a uma causa infecciosa.

Os agentes que mais frequentemente causam mastite podem ser classificados em quatro categorias: contagiosos, ambientais, oportunistas e outros, consoante o modo de transmissão e o seu reservatório primário (Nickerson, 2011; Ruegg, 2011).

Os microrganismos contagiosos são caracterizados por colonizarem o tecido glandular mamário, que constitui o seu reservatório principal, e poderem sofrer propagação durante o processo de ordenha (George, Divers, Ducharme, & Welcome, 2008; Blowey & Edmondson, 2010). Assim, a fonte principal de microrganismos contagiosos é o leite proveniente dos quartos infetados: são disseminados dos quartos infetados para quartos não infetados (da mesma ou de outras vacas) durante o processo de ordenha através das tetinas, das mãos dos ordenhadores e dos panos de limpeza dos úberes (George *et al.*, 2008; Ruegg, 2011). Normalmente estabelecem infeções subclínicas de longa duração e os microrganismos são eliminados em grande número no leite de quartos infetados (Nickerson, 2011). Os agentes contagiosos mais comuns são: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* e *Mycoplasma bovis* (Nickerson, 2011).

Quanto aos agentes ambientais, encontram-se presentes no ambiente que rodeia a vaca leiteira, frequentemente em estrume e outro material orgânico (Ruegg, 2011), sendo esta a sua fonte primária. Os agentes ambientais tendem a estar menos adaptados ao hospedeiro, sobrevivendo menos tempo no úbere (Ruegg, 2011) e, geralmente, não colonizam o tecido glandular mamário mas em determinadas condições, como seja a contaminação dos tetos e do úbere (lesões), ou da máquina de ordenha, têm acesso à cisterna do teto, podendo levar ao desenvolvimento de mastite, normalmente por respostas imunitárias agudas (George *et al.*, 2008; Blowey & Edmondson, 2010). Os agentes ambientais mais frequentes são:

Escherichia coli e *Klebsiella spp.* (coliformes), *Enterobacter spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus spp.* e algumas espécies de *streptococci* (George *et al.*, 2008; Blowey & Edmondson, 2010; Ruegg, 2011).

Existem ainda agentes que atualmente estão considerados como tendo, simultaneamente, características ambientais e contagiosas. É o caso de *Streptococcus uberis* (Zadoks & Schukken, 2003; Berger, Haldemann, & Schaeren, 2011), *Streptococcus dysgalactiae* e algumas espécies de *staphylococci* coagulase-negativos (SCN).

Outros microrganismos menos comuns que podem também causar mastite incluem fungos, leveduras e algas como *Prototheca spp.* (Nickerson, 2011).

Uma outra classificação agrupa os agentes de mastite em agentes de maior e menor importância, de acordo com o seu impacto na saúde do úbere. Os primeiros caracterizam-se por frequentemente provocarem episódios de mastite clínica, elevadas CCS, possuírem baixas taxas de cura ou serem transmitidos facilmente de vaca para vaca. Consideram-se agentes de maior importância: *S. aureus*, *S. agalactiae*, *S. uberis*, *S. dysgalactiae*, *E. coli* e *M. bovis* (Hassan, Samarasinghe, & Lopez-Benavides, 2009). Os agentes de menor importância, também referidos como oportunistas, estão associados a um aumento ligeiro da CCS e incluem agentes como *Corynebacterium spp.* e SCN (Djabri, Bareille, Beaudeau, & Seegers, 2002; Bexiga, 2011).

A mastite é a afeição mais frequente em efetivos de produção leiteira e uma das principais causas de refugo de vacas leiteiras (Gröhn, Eicker, Ducrocq, & Hertl, 1998; Hortet & Seegers, 1998). Um estudo recente na região Sul de Portugal (Barros, 2013) vem reforçar este facto, com 30% das causas de refugo atribuídas a mastites e outros problemas do úbere, seguido de problemas reprodutivos (24%) e patologia podal (11%). A ocorrência de mastites reduz a eficiência reprodutiva (Barker, Schrick, Lewis, Dowlen, & Oliver, 1998; Schrick *et al.*, 2001; Santos, Cerri, Ballou, Higginbotham, & Kirk, 2004), reduz a produção leiteira, aumenta a quantidade de leite desperdiçado e aumenta o refugo prematuro, aumentando os custos de produção (Fetrow, 2000). As mastites subclínicas, muitas vezes não detetadas, levam a perdas da produção leiteira a longo prazo, com consequências económicas negativas (Ruegg, 2011), seja pela diminuição da produção, seja pelas penalizações devido a CCS totais elevadas. O impacto económico da mastite numa exploração leiteira é grande, estando calculado como custo médio por episódio de mastite clínica cerca de 210 € e de mastite subclínica cerca de 94 €, com CCS no leite de tanque entre 250.000 e 400.000 cél/ml (Huijps, Lam, & Hogeveen, 2008).

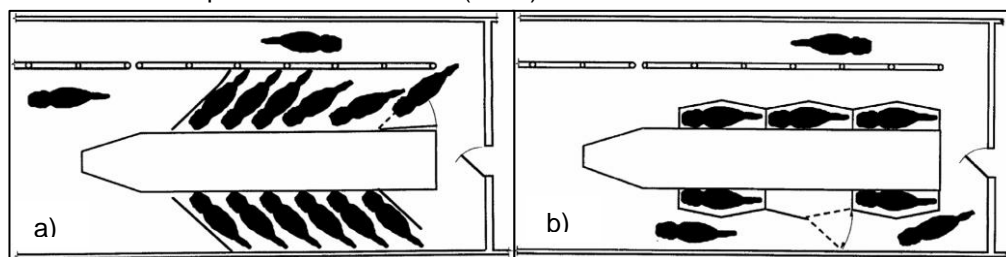
Nos anos 60 foi desenvolvido um plano de controlo de mastites baseado em 5 pontos: aplicação de desinfetante pós-ordenha, terapêutica antibiótica apropriada em mastites clínicas, terapêutica na secagem, refugo de vacas cronicamente infetadas e manutenção adequada da máquina de ordenha (Neave, Dodd, & Kingwill, 1966). Este plano demonstrou-

se eficaz no controlo de mastites contagiosas e a sua implementação em cada vez mais explorações tem vindo a contribuir progressivamente para a diminuição do impacto dos agentes de mastite de maior importância (Makovec & Ruegg, 2003; Pitkälä, Haveri, Pyörälä, Myllys, & Honkanen-Buzalski, 2004). Mais tarde, este plano foi expandido para 10 pontos, incluindo os procedimentos de manejo que reduzem a exposição aos agentes de mastite ambientais, atuando mais na prevenção da ocorrência de mastites causadas por agentes ambientais (NMC, 2009). A implementação de um plano de controlo da qualidade do leite como parte integrante do programa de saúde do efetivo leiteiro contribui para a melhoria da performance económica da exploração (Ruegg, 2011).

4. Salas e equipamentos de ordenha

Existem vários tipos de salas de ordenha que podem variar quanto ao nível em que as vacas se encontram em relação ao operador, o tipo de compartimento em que a vaca se encontra enquanto está a ser ordenhada e os tipos de entrada e saída dos animais (Reinemann, 2007). Como tipos de sala de ordenha mais comuns em Portugal, temos as salas de ordenha em tandem com abertura lateral e em espinha de peixe com saída única, normalmente com unidades de ordenha partilhadas (figura 3 a) e b)), as salas de ordenha de saída rápida (em espinha de peixe ou paralelas) e com uma unidade de ordenha por posto, com mais postos de ordenha e maior economização de tempo que as anteriores (figura 4), e as salas de ordenha circulares ou em carrossel (figura 5).

Figura 3 - Representação de salas de ordenha a) em espinha de peixe com saída única e b) em tandem. Adaptado de Reinemann (2007).



A máquina de ordenha e todo o equipamento a ela associado são de extrema importância numa exploração leiteira e funcionam mais horas por ano que qualquer outro equipamento na exploração (Reinemann, 2007). Desta forma, a aquisição de equipamentos eficientes e de qualidade¹, assim como a sua planificação, instalação, operação e manutenção

¹ As especificações das máquinas de ordenha estão regulamentadas por normas da *International Organization for Standardization*: ISO 3918 - vocabulário e definições; ISO 5707 - regras de construção e rendimentos; e ISO 6690 - ensaios e testes de funcionamento.

adequadas são fundamentais para a produção eficiente e de alta qualidade de uma exploração leiteira. Mein (2012) estimou que cerca de 20% da taxa de novas infeções intramamárias dos últimos 30 anos do século XX seja direta ou indiretamente devida à máquina de ordenha, embora atualmente este valor seja bastante inferior em muitas explorações.

Figura 4 - Esquema de uma sala de ordenha paralela com saída rápida (Reinemann, 2007).

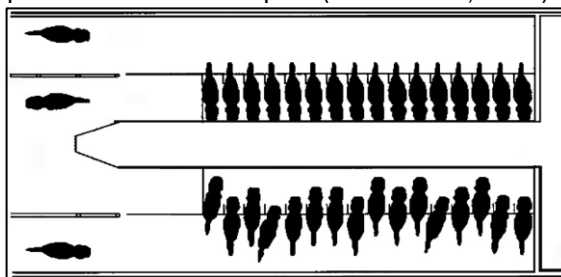
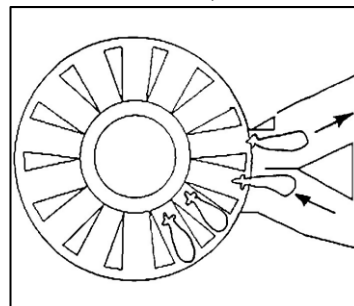


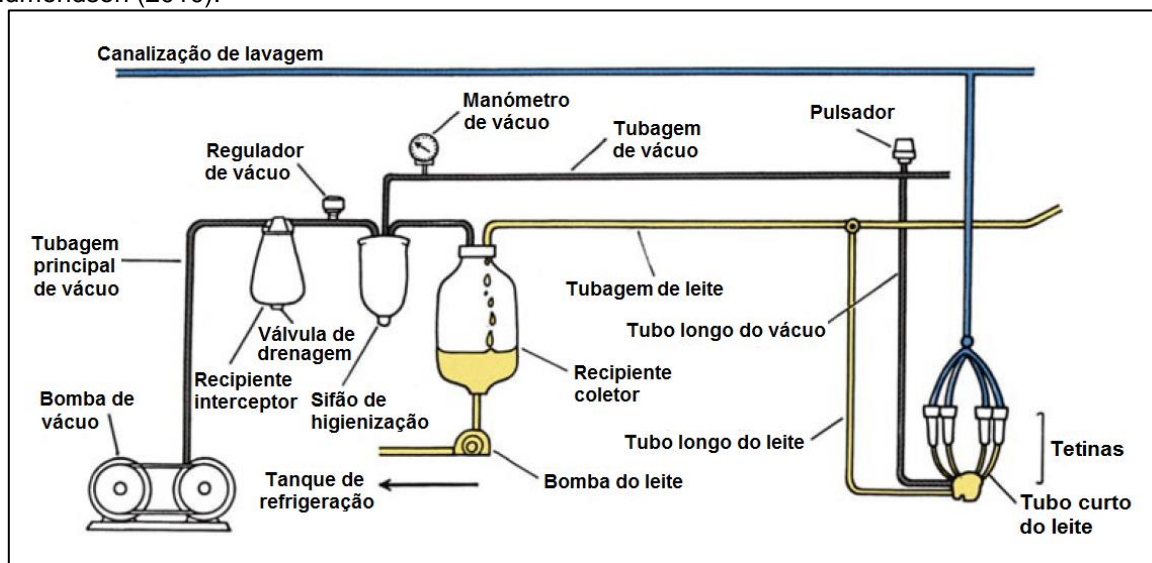
Figura 5 - Esquema de uma sala de ordenha em carrossel (Reinemann, 2007).



Um sistema de ordenha (figura 6) é constituído pelos seguintes componentes (Blowey & Edmondson, 2010):

- Um sistema para produção e controlo de vácuo;
- Um sistema de pulsação;
- Uma ou mais unidades de ordenha para retirar o leite do úbere;
- Um sistema para transporte do leite e sua libertação do vácuo para a pressão atmosférica;
- Equipamento adicional para limpeza e desinfeção da máquina de ordenha.

Figura 6 - Esquema representativo dos componentes de um sistema de ordenha (exemplo) com o sistema de vácuo representado a preto e o sistema do leite a amarelo. Adaptado de Blowey & Edmondson (2010).



O leite é removido do úbere e entra na unidade de ordenha através das tetinas, flui pelos tubos curtos do leite até ao coletor e daí para o tubo longo do leite. O ar entra na unidade de ordenha através de um orifício no coletor (figura 7) ou através de orifícios próximos da extremidade de cada teta, facilitando a evacuação do fluxo de leite do úbere. A mistura de leite e ar flui de cada unidade de ordenha para a tubagem do leite e desta para o recipiente coletor, onde o leite e o ar são separados. O leite é então evacuado deste recipiente e enviado à pressão atmosférica para o tanque de armazenamento/refrigeração, pela bomba do leite.

Figura 7 - Esquema representativo de uma unidade de ordenha. Adaptado de Blowey & Edmondson (2010).

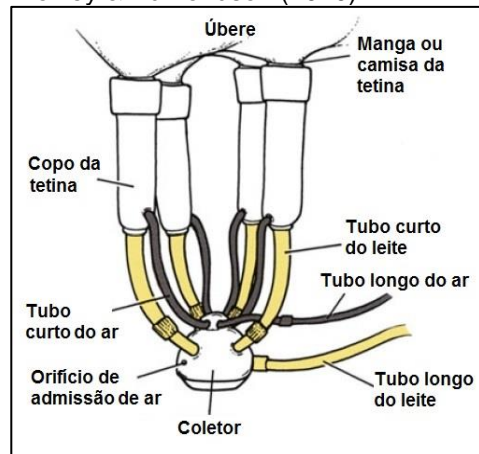
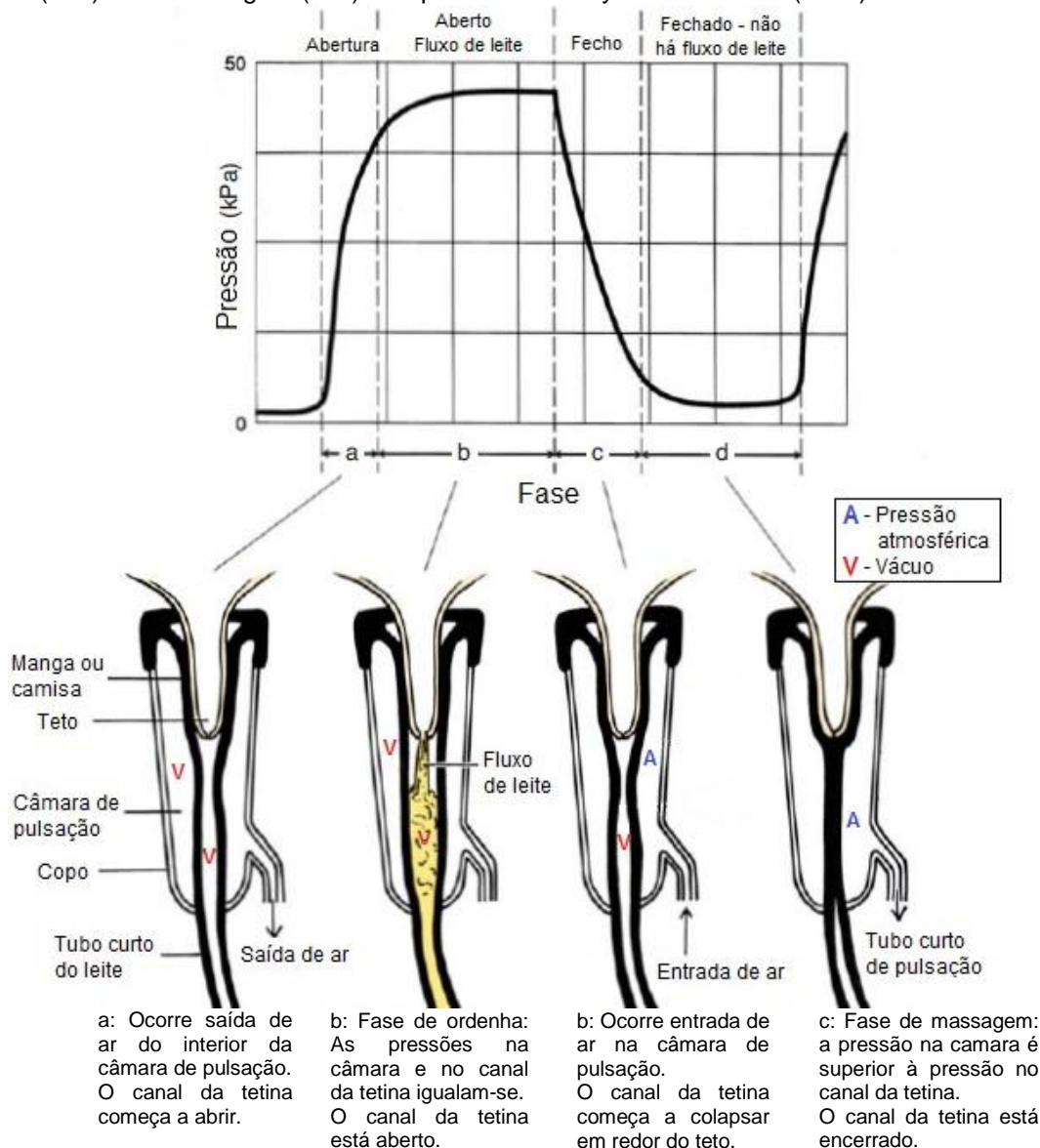


Figura 8 - Representação de um ciclo de pulsação, onde se evidenciam as alterações de pressão que ocorrem na câmara de pulsação, e respetiva ação das tetinas nos tetos ao longo das fases de ordenha (a+b) e de massagem (c+d). Adaptado de Blowey & Edmondson (2010).



A bomba de vácuo extrai ar do sistema restabelecendo os níveis de vácuo necessários (Blowey & Edmondson, 2010). A unidade de ordenha, representada na figura 7, é a parte do sistema de ordenha responsável pela remoção do leite a partir do úbere. É constituída por 4 tetinas (cada uma com um copo e uma camisa), o tubo curto do leite, o tubo curto do ar e o coletor. O espaço entre o copo e a camisa da teta é denominado câmara de pulsação (figura 8). As camisas das tetinas são a única parte do sistema de ordenha que contacta com os tetos da vaca ordenhada (Reinemann, 2007) e estão conectadas com os tubos curtos do leite respectivos e, através do coletor, com o tubo longo do leite. Já os tubos curtos do vácuo são conectados ao tubo longo do vácuo no exterior do coletor (Blowey & Edmondson, 2010).

A pulsação é responsável pela manutenção da circulação sanguínea no teto durante a ordenha. É criada pela alternância da entrada de vácuo e de ar à pressão atmosférica na câmara de pulsação, o que origina uma fase de ordenha (abertura do canal da teta) e uma fase de massagem (colapso do canal da teta) do teto, respetivamente (Blowey & Edmondson, 2010). A pulsação torna-se ineficiente se os tetos forem demasiado compridos para permitir o colapso da camisa da teta abaixo do teto ou demasiado curtos para sofrerem a compressão aquando do colapso da camisa (Mein, 2012; Zwertvaegher, Van Weyenberg, Piepers, Baert, & De Vliegher, 2012).

Os ACRs têm a função de retirar as tetinas automaticamente no final da ordenha. Quando ocorre uma diminuição do fluxo para um nível pré-estabelecido, o fornecimento de vácuo ao coletor é interrompido e as tetinas são removidas dos tetos, sendo a unidade de ordenha transportada à sua posição de espera (Reinemann, 2007). A utilização de ACRs melhora a eficiência da rotina de ordenha nas salas em que são utilizados, por diminuir o fator humano na deteção do momento adequado para remover as tetinas. Devem, por isso, estar regulados de forma a obter a melhor eficiência (tempo *versus* produção) sem comprometer a saúde do úbere (Jago *et al.*, 2010; Ginsberg, 2011).

Enquanto as tetinas são acopladas ou removidas ocorre entrada de ar adicional no sistema, assim como nos casos de deslizamento das tetinas (*linerslip*) ou quando estas caem no decorrer da ordenha (Reinemann, 2007), daí a importância da existência de uma reserva de vácuo adequada que permita a manutenção de níveis de vácuo constantes durante a ordenha (Blowey & Edmondson, 2010).

Os principais objetivos do equipamento de ordenha são: remover o leite disponível a partir do úbere de cada vaca de forma rápida e completa, sem deslizamentos de tetinas nem quedas da unidade, com o mínimo desconforto para a vaca e causando o mínimo de danos nos tetos (Mein & Reinemann, 2007).

4.1. Impacto da máquina de ordenha na saúde do úbere

Estão descritos, desde os anos 80 e ainda hoje se mantêm atuais, mecanismos através dos quais a máquina de ordenha pode afetar a saúde do úbere: contaminação da pele do teto, alteração da condição do teto (traumatismos), indução da penetração de microrganismos no canal do teto, disseminação de microrganismos no quarto, e graus de esvaziamento do úbere variáveis (Rasmussen & Madsen, 2000; Mein, 2012).

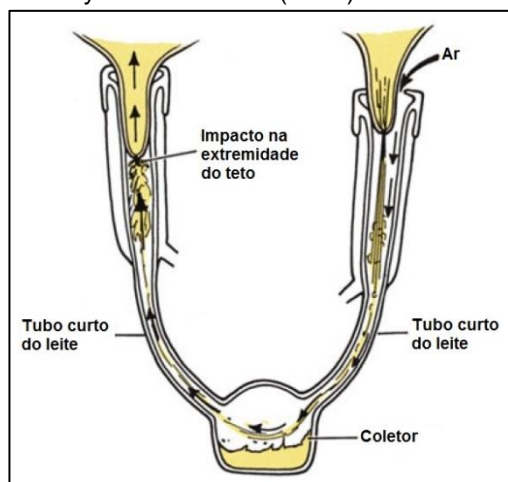
4.1.1. Contaminação da pele do teto:

Os agentes de mastite podem ser transmitidos fisicamente da máquina de ordenha para os tetos das vacas e, desta forma, podem ser transmitidos vaca a vaca, funcionando a máquina de ordenha como vetor. Esta transmissão pode ocorrer através de resíduos de leite contaminado que permanecem no interior das tetinas entre ordenhas. O risco de disseminação aumenta com o envelhecimento do material da camisa da teta, que vai adquirindo fissuras que facilitam a aderência de microrganismos. Por outro lado, também pode ocorrer transmissão quarto a quarto na mesma vaca, quando ocorre fluxo retrógrado de leite do coletor para os tubos curtos do leite dos outros quartos, devido a uma eliminação lenta do leite por capacidade insuficiente do coletor (Blowey & Edmondson, 2010).

4.1.2. Alteração da condição do teto:

O canal do teto é o primeiro mecanismo de defesa contra novas infecções intramamárias (Blowey & Edmondson, 2010). Alterações como o aumento da congestão e edema na parede do teto (que resultam num encerramento mais lento do canal e/ou hipoxia dos tecidos do teto), a diminuição da taxa de remoção e reposição da queratina do canal do teto, o aumento do grau de abertura do orifício do canal do teto após a ordenha e o aumento da hiperqueratose na extremidade do teto, aumentam o risco de ocorrência de novas infecções intramamárias, tanto provocadas por agentes contagiosos como por agentes ambientais (Mein, 2012). Desta forma, a utilização de uma máquina de ordenha que provoque lesões na pele ou na extremidade do teto é suscetível de aumentar a taxa de novas infecções. O traumatismo da extremidade do teto impede o correto funcionamento do esfíncter, permitindo a colonização por agentes patogénicos, facilitando assim o acesso de microrganismos ao úbere (Rasmussen & Madsen, 2000; Gleeson, Meaney, O'Callaghan, & Rath, 2004).

Figura 9 - Esquema representativo de uma força de impacto. Adaptado de Blowey & Edmondson (2010).



A hiperqueratose da extremidade do teto é uma resposta fisiológica às forças aplicadas durante a ordenha e manifesta-se por um espessamento e protrusão do revestimento do canal e do orifício externo do teto (Neijenhuis, Barkema, Hogeveen, & Noordhuizen, 2001). Índices de hiperqueratose de gravidade variável foram relacionados com um risco acrescido de mastite clínica (Neijenhuis *et al.*, 2001; Breen, Green, & Bradley, 2009). No entanto, não existe unanimidade quanto à relação entre o grau de hiperqueratose e a ocorrência de infecção intramamária com base na CCS individual, existindo alguns estudos onde esta relação não foi estabelecida (Gleeson *et al.*, 2004; Breen, Bradley, & Green, 2009) e outros, anteriores, que revelaram que quartos com índices de hiperqueratose mais elevados possuíam CCS mais altas (Lewis, Cockcroft, Bramley, & Jackson, 2000). A hiperqueratose pode ser provocada por sobreordenha, pulsação desadequada, níveis de vácuo demasiado altos, ordenha com camisas de tetinas danificadas e/ou remoção abrupta das tetinas sem primeiro desligar o vácuo (Blowey & Edmondson, 2010).

4.1.3. Indução da penetração de microrganismos no canal do teto:

Quando ocorre admissão de ar através de um ou mais tubos curtos do leite (pelo canal da tetina) gera-se uma diferença de pressões entre a extremidade do teto e o coletor, resultando na propulsão de partículas de leite dos tubos curtos do leite ou do coletor a grande velocidade contra a extremidade dos tetos, como representado na figura 9 (Blowey & Edmondson, 2010; Mein, 2012). Tendo em conta que nesta fase o canal do teto encontra-se aberto, estas forças podem provocar a entrada de leite no canal e, caso se trate de leite contaminado, poderá ocorrer a infecção do quarto afetado (Blowey & Edmondson, 2010). Estas forças de impacto podem resultar da ocorrência de deslizamento da tetina no teto (permitindo a entrada de ar pelo canal da tetina, por má coaptação desta com o teto), por repasse vigoroso durante a ordenha (pressão aplicada no conjunto de ordenha para retirar o máximo leite disponível) ou remoção abrupta das tetinas sem primeiro desligar o vácuo (Mein, 2012).

4.1.4. Disseminação de bactérias no quarto:

Cerca de um terço do volume de leite presente na cisterna do teto, no momento imediatamente antes da camisa da tetina começar a colapsar, é propulsionado de volta para a cisterna do úbere pelo encerramento do canal da tetina (Mein, 2012). Um estudo radiográfico (Mein, Williams, & Reinemann, 2003) revelou que o colapso da camisa da tetina comprime e encerra o teto primeiro na região de 30% a 50% do comprimento acima da sua extremidade. No entanto, a importância prática de dispersar os microrganismos dentro do úbere não foi estabelecida, de acordo com a IDF (1987).

4.1.5. Graus de esvaziamento do úbere variáveis:

Tanto a subordenha como a sobreordenha podem ter efeitos adversos na saúde do úbere. Uma ordenha incompleta origina um aumento do volume de leite residual entre ordenhas, o que facilita a multiplicação de bactérias, levando ao aumento da CCS e do risco de ocorrência de mastite (Blowey & Edmondson, 2010). A ocorrência de sobreordenha pode originar lesões nos tetos, nomeadamente congestão e lesões nas suas extremidades, podendo originar taxas de ocorrência de mastites e CCS mais elevadas. Existe sobreordenha sempre que não há passagem de leite no coletor, podendo ocorrer no final da ordenha ou no início da mesma, caso a estimulação do reflexo da descida do leite não tenha ocorrido devidamente (Blowey & Edmondson, 2010).

4.2. Manutenção do sistema de ordenha

A manutenção regular e preventiva da máquina de ordenha é essencial no programa de controlo da qualidade do leite e prevenção de mastites, e permitirá a continuação do desempenho com elevada eficiência. Os reguladores de vácuo, pulsadores, e filtros de ar devem ser limpos mensalmente. Todos os componentes de borracha e/ou silicone (camisas das tetinas por exemplo) devem ser substituídos de acordo com as instruções do fabricante e sempre que se encontrem deteriorados, mesmo que a vida recomendada do produto ainda não tenha sido atingida (Petersson-Wolfe, Mullarky, & Jones, 2010).

5. A importância da rotina de ordenha

Uma rotina de ordenha eficiente reflete-se na melhoria da saúde do úbere e da qualidade do leite numa exploração leiteira, e limita a disseminação de mastites contagiosas na sala de ordenha (Nickerson, 2011). Explorações com rotinas de ordenha eficientes têm menores CCS no leite de tanque e um maior número de vacas ordenhadas por ordenhador por hora (Dufour, Fréchette, Barkema, Mussell, & Scholl, 2011). No entanto, o estabelecimento de uma rotina de ordenha consistente torna-se um desafio tanto maior quanto mais ordenhadores existirem numa exploração. O objetivo de uma rotina de ordenha é, então, ordenhar úberes limpos e secos, com equipamentos em correto funcionamento e de forma consistente, causando o risco mínimo para a saúde do úbere e mantendo a qualidade do leite (Blowey & Edmondson, 2010).

De acordo com o programa de controlo de mastites recomendado pelo NMC (2009), uma rotina de ordenha ideal compreende os seguintes passos, pela ordem indicada:

- A. Extração e observação dos primeiros jatos de cada quarto;
- B. Aplicação do desinfetante pré-ordenha (*predipping*);
- C. Limpeza e secagem dos tetos;
- D. Colocação e ajuste das tetinas;
- E. Remoção das tetinas (no caso de não existirem ACRs);
- F. *Postdipping* e lavagem das tetinas.

A entrada e a saída das vacas da sala de ordenha devem ser feitas de forma calma, sem provocar *stress* aos animais. A libertação de adrenalina nos 30 minutos anteriores à ordenha pode interferir com a descida do leite e aumentar o tempo de ordenha (Ruegg, Rasmussen, & Reinemann, 2005). O ambiente no decorrer da ordenha deverá ser igualmente calmo e tranquilo.

A pontuação de higiene das vacas é um dos principais determinantes da eficiência de ordenha e da taxa de novas infeções. Estimou-se que as vacas que entram na sala de ordenha com pontuações de higiene piores no úbere e nos membros posteriores duplicam o tempo de preparação dos tetos (passos B e C) e reduzem a eficiência da ordenha (Ruegg *et al.*, 2005).

A ordem pela qual as vacas são ordenhadas pode ter um grande impacto no controlo da propagação de novas infeções. Para ajudar a reduzir a disseminação de agentes de mastite entre vacas poderão ser ordenhadas em primeiro lugar as vacas de alta produção, seguidas das vacas de baixa produção, vacas com CCS elevadas e por fim vacas com mastite e outras doenças (Blowey & Edmondson, 2010).

A extração e observação dos primeiros jatos de cada quarto reveste-se de extrema importância uma vez que permite a deteção de mastites clínicas. Está previsto no Regulamento (CE) n.º 853/2004 que “o leite de cada animal seja inspecionado, para deteção de quaisquer anomalias do ponto de vista organolético ou físico-químico, pelo ordenhador ou mediante a utilização de um método que atinja resultados equivalentes e que o leite que apresente anomalias não seja utilizado para consumo humano”. Por outro lado, uma deteção precoce de mastites clínicas permite o seu tratamento imediato, resultando em taxas de cura mais elevadas e diminuindo a disseminação da infeção ao efetivo. Para além da deteção de mastites, a extração dos primeiros jatos promove a libertação de oxitocina, estimulando o reflexo de descida do leite, facilitando e acelerando a recolha do mesmo (Lollivier, Guinard-Flament, Ollivier-Bousquet, & Marnet, 2002; Bruckmaier & Wellnitz, 2008). A preparação dos tetos antes da ordenha é importante na redução da carga bacteriana e de matéria orgânica presente na pele dos tetos, que podem ser transferidas para o leite de tanque ou para o interior do úbere durante a ordenha (NMC, 2009; Laquiere, Hemling, &

Bradley, 2010). Ao mesmo tempo, a preparação dos tetos deve ser prática e eficiente. A aplicação do desinfetante pré-ordenha pode ser realizada por imersão, em copo próprio, ou por aspersão. O desinfetante utilizado deve ser eficaz e adequado ao efeito, tendo em conta a grande diversidade de produtos comercializados, tanto quanto ao princípio ativo como à apresentação. Os produtos formadores de espuma tendem a ter um melhor desempenho como método de preparação do úbere pré-ordenha e prevenção de novas infeções intramamárias (Laquiere *et al.*, 2010). O tempo de contacto entre o desinfetante e a pele do teto deve ser respeitado, normalmente 30 segundos, após o qual se deve proceder à limpeza física dos tetos em toda a sua superfície, e com especial atenção à extremidade, com recurso a uma toalha individual (tecido ou papel) (Rodrigues & Ruegg, 2005). Aquando da utilização de toalhas de pano reutilizáveis, estas devem ser devidamente higienizadas, desinfetadas e secas antes da próxima utilização. Uma secagem completa das toalhas garante uma redução acentuada do risco de crescimento bacteriano nas mesmas, diminuindo assim a probabilidade de transferência de bactérias para os tetos (Mateus, Faltynowski, & Lopez-Benavides, 2012).

O tempo desde o início da estimulação táctil até à ocorrência de ejeção de leite varia com frequência entre 40 segundos e mais de 2 minutos, e aumenta com um grau decrescente de enchimento do úbere (Bruckmaier & Wellnitz, 2008). Desta forma, as tetinas devem ser acopladas aos tetos entre 1 a 2 minutos após a extração dos primeiros jatos e deverão permanecer corretamente colocadas e alinhadas. Durante a ordenha, a ocorrência de deslizamentos e quedas de tetinas deve ser corrigida de imediato e pode significar um problema quando superior a 5-10 deslizamentos ou quedas por 100 vacas ordenhadas com necessidade de correção pelo ordenhador (Mein & Reid, 1996). Estes acontecimentos podem dever-se a um baixo nível de vácuo, saídas de ar bloqueadas ou restrições no tubo curto do leite, mau alinhamento das tetinas, mau estado das camisas das tetinas, distribuição desigual do peso da unidade pelos tetos (Mein & Reid, 1996; Silva, Rodrigues, & Ruegg, 2010) ou coices.

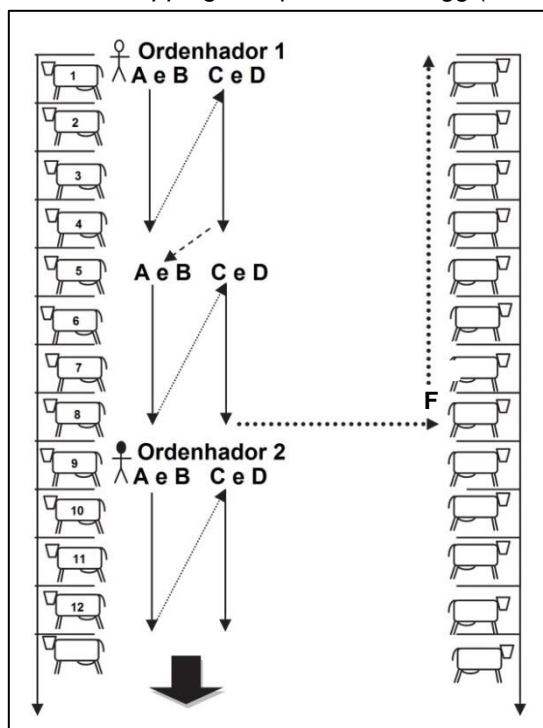
Após o final da ordenha, o *postdip* deve ser aplicado o mais rapidamente possível e, tal como no *predipping*, pode ser aplicado por imersão ou por aspersão, cobrindo toda a superfície do teto e a sua extremidade. Esta tarefa pode ocupar até 10% do tempo total despendido na rotina de ordenha (Armstrong & Quick, 1986) e será abordada mais detalhadamente no ponto 5.1., dada a sua relevância neste trabalho.

Por fim, após a saída dos animais da sala de ordenha, estes deverão ter água e comida à disposição, contribuindo para que se mantenham de pé nos 20 a 30 minutos seguintes à ordenha, tempo médio até ao encerramento do canal do teto (Ruegg *et al.*, 2005).

A distribuição planeada das tarefas pelos ordenhadores e a sua execução de forma organizada e consistente é a chave para uma rotina de ordenha eficiente e com melhores

resultados na produção e na qualidade do leite (Rasmussen, Frimer, Horvath, & Jensen, 1990). Têm sido desenvolvidas várias rotinas de ordenha que utilizam grupos de 3-4 vacas para garantir que o tempo de estimulação e o tempo de contacto do *predip* são respeitados e otimizados (Ruegg, 2011) – figura 10. Num estudo de Rodrigues & Ruegg (2005) a formação periódica dos ordenhadores foi associada a um melhor rendimento da sala de ordenha e a menos mastites clínicas.

Figura 10 - Exemplo de uma rotina de ordenha de tipo territorial com 2 ordenhadores, respeitando os tempos de estimulação para a descida do leite, numa sala de ordenha equipada com ACRs. A: Extração e observação dos primeiros jatos; B: *Predipping*; C: Limpeza e secagem dos tetos; D: Acoplamento as tetinas; F: *Postdipping*. Adaptado de Ruegg (2011).



Outro aspeto muito importante a ter em conta é a higiene dos ordenhadores. No Regulamento (CE) N.º 853/2004 é referido que “o pessoal que efetua a ordenha e/ou manuseia o leite cru deve usar vestuário limpo e adequado” e “deve manter um nível elevado de higiene pessoal”. Um trabalho experimental realizado por Neave *et al.* (1966) revelou que metade dos ordenhadores já apresentava as mãos contaminadas com agentes causadores de mastite antes do início da ordenha e que a contaminação aumentava ao longo da mesma, atingindo a contaminação da totalidade das mãos dos ordenhadores no final da ordenha. Desta forma, deverão ser utilizadas luvas que se devem manter higienizadas. As mãos apresentam uma superfície rugosa que dificulta a sua limpeza, quando comparada com a superfície lisa das luvas de borracha ou látex. Para além disso, as luvas tanto reduzem a contaminação dos tetos através da pele dos ordenhadores como protegem a pele dos ordenhadores e podem ser trocadas entre grupos de vacas, reduzindo ainda mais a probabilidade de transferência de agentes de mastite (Ruegg *et al.*, 2005).

5.1. A importância do *postdipping* na rotina de ordenha

A aplicação de um desinfetante nos tetos imediatamente após o processo de ordenha tem como funções a destruição dos microrganismos transmitidos durante a ordenha prevenindo a ocorrência de mastites contagiosas, a hidratação da pele do teto, e pode ainda conferir proteção contra agentes ambientais (NMC, 2009). A importância do *postdipping* como prática de prevenção e controlo das novas infeções de mastites contagiosas é há muito reconhecida (Neave *et al.*, 1966; Natzke *et al.*, 1972; Pankey *et al.*, 1984). A utilização apropriada de desinfetantes de ordenha reduz as taxas de mastites e a utilização de antibióticos (Hemling, Lopez-Benavides, & Goossens, 2012).

O desinfetante utilizado deve ser reconhecido para o efeito, eficaz e aplicado corretamente, com a máxima cobertura de toda a superfície do teto e da sua extremidade. Nestas condições, esta prática pode diminuir a incidência de novas infeções entre 50 a 90% (Hogan, White, & Pankey, 1987; Lam, Dejong, Schukken, & Brand, 1996; Lam *et al.*, 1997).

Tabela 2 - Riscos e benefícios das formas físicas de desinfetantes pós-ordenha mais utilizados. Adaptado de Hemling, Lopez-Benavides, & Goossens (2011).

Tipo de desinfetante	Benefícios	Utilização típica	Fatores de risco
Líquido	Fácil de usar	Condições ambientais normais	Proteção contra agentes ambientais limitada entre ordenhas
	Baixo consumo	Aplicação automatizada	Cobertura pobre dos tetos quando aplicado por aspersão
	Aplicação por imersão e aspersão	Quando a preparação dos tetos é limitada (sem <i>predip</i>)	
Viscoso	Maior tempo de contacto	Prevalência de agentes de mastites ambientais	Necessário respeitar o tempo de contacto alargado para atuar devidamente
	Facilmente visível	Controlo da aplicação do <i>postdip</i> (ordenhadores)	Secagem lenta sob condições de vento frio
	Aplicação por imersão - boa cobertura do teto		Aumento do risco de aderência de material da cama conspurcado aos tetos
Viscoso com formação de película	Maior proteção contra agentes ambientais	Prevalência elevada de mastites ambientais	Exige uma boa limpeza dos tetos pré-ordenha
	Melhoria da condição do teto	Condições ambientais adversas para a pele dos tetos	Exige prova da eficácia e compatibilidade da pele de filme com a película
	Aplicação por imersão - boa cobertura do teto	Ambiente húmido e lamacento	Secagem lenta sob condições de vento frio

Atualmente existe uma grande diversidade de desinfetantes disponíveis no mercado, variando quanto ao princípio ativo e sua concentração, forma física de apresentação, e também quanto ao método de aplicação que pode ser por imersão ou aspersão – tabela 2 (Hemling *et al.*, 2012).

Os desinfetantes de ordenha só poderão ser utilizados se a autoridade competente os tiver aprovado e desde que não provoquem níveis inaceitáveis de resíduos no leite (Regulamento (CE) n.º 853/2004).

5.2. A importância do *backflush* das tetinas na rotina de ordenha

A máquina de ordenha é uma conhecida fonte de transmissão de agentes de mastite de vaca para vaca. Após cada ordenha, uma quantidade residual de leite permanece no interior das tetinas (Blowey & Edmondson, 2010). A partir do momento em que uma vaca infetada é ordenhada, as próximas 6 a 8 vacas ordenhadas por esse mesmo conjunto de tetinas estão em risco de contaminação, sendo que as primeiras duas são expostas a um risco particularmente elevado (Hiley, May, Kingston, & Ohnstad, 2011). As camisas das tetinas usadas para ordenhar quartos infetados podem tornar-se altamente contaminadas com agentes contagiosos que poderão, posteriormente, ser transferidos para os úberes das vacas ordenhadas (Nickerson, 2011). A higienização das tetinas entre vacas ordenhadas é um método eficaz de reduzir este risco, eliminando grande parte dos microrganismos presentes nas tetinas, antes de serem acopladas na próxima vaca. Vários estudos descreveram a higienização interna das tetinas como uma prática eficaz na redução da incidência de mastites, especialmente no caso de *S. aureus* (Hogan, Harmon, Langlois, Hemken, & Crist, 1984; Fox, Gershman, Hancock, & Hutton, 1991; Galton, 2004) e também *Mycoplasma spp.*, *staphylococci* e *streptococci* (Blowey & Edmondson, 2010).

A adição de um desinfetante à solução de lavagem das tetinas pode conferir uma ação adicional na redução da CCS do leite de tanque (Hutton, Fox, & Hancock, 1991). O ácido peracético (ou ácido peroxiacético, uma vez que a sua ação desinfetante deriva da combinação de peróxido de hidrogénio e ácido peracético) revelou-se um meio particularmente eficaz de higienização das tetinas de ordenha (Hiley *et al.*, 2011).

Num estudo recente (Hiley *et al.*, 2011), foi avaliado o nível de contaminação bacteriana na superfície interna das tetinas antes e depois da sua pulverização com uma solução de ácido peracético (concentração 250 ppm): a contagem de microrganismos viáveis totais, de *Streptococcus spp.*, e de *Staphylococcus spp.* sofreu uma redução significativa, com uma diminuição da contaminação inicial de 99,1, 97,8 e 99,0%, respetivamente.

Existem vários métodos de proceder à higienização das tetinas, desde a imersão manual do conjunto das tetinas numa solução de higienização ou desinfecção, a aspersão semi-automática, até ao *backflush* totalmente automatizado (Hiley *et al.*, 2011; Nickerson, 2011).

6. O leite como fonte de iodo

O iodo é um constituinte essencial das hormonas da tiroide, desempenhando um papel importante no crescimento e desenvolvimento dos humanos e dos animais (World Health Organization [WHO], 1996).

Uma dieta pobre em iodo reduz as reservas de iodeto na tiróide, diminuindo a síntese de tiroxina (T4) e triiodotironina (T3). Uma concentração baixa de T4 e T3 circulantes estimula, pelo mecanismo de retroação negativo, a secreção de hormona estimuladora da tiróide (TSH) pela hipófise, o que provoca uma maior atividade da tiroide e consequente hiperplasia da tiroide (WHO, 1996). Uma deficiência em iodo reflete-se, assim, em hipotireoidismo primário, com várias manifestações clínicas associadas como bócio, infertilidade, atrasos no desenvolvimento físico e mental, entre outros, sendo considerada em 2004 como a causa mais frequente de dano cerebral no mundo (WHO, 2004). Por outro lado, uma dieta excessivamente rica em iodo também pode ser prejudicial, podendo originar hipertireoidismo e/ou hipotireoidismo, provocado pela inibição do processo de síntese e libertação das hormonas da tiroide (Risher, Samuel Keith, WHO, & International Programme on Chemical Safety, 2009).

O nível médio de ingestão de iodo recomendado para a população em geral é de 150 µg/dia (WHO, 1996). Esta quantidade é adequada para a manutenção da função normal da tiroide e varia consoante as fases da vida, como descrito na tabela 3.

Tabela 3 - Ingestões recomendadas de iodo para diferentes subgrupos da população com necessidades distintas. Adaptado de FAO & WHO (2002).

Subgrupos da população	Ingestão total de iodo µg/dia	Iodo µg/kg/dia
0 - 12 meses	90	15.0
1 - 6 anos	90	6.0
7 - 12 anos	120	4.0
>12 anos e adultos	150	2.0
Mulheres em gestação ou amamentação	200	3.5

Os alimentos com origem em animais de produção podem proporcionar uma quantidade significativa do iodo necessário aos humanos. A suplementação de iodo na alimentação de galinhas poedeiras, vacas leiteiras, ovelhas e cabras aumenta a concentração de iodo nos ovos e no leite, respetivamente (Schöne & Rajendram, 2009).

O leite de vaca tornou-se uma das fontes de iodo mais importantes na alimentação humana em muitos países desenvolvidos (Dahl, Opsahl, Meltzer, & Julshamn, 2003; Li, Waite, Ma, & Eastman, 2006; Schöne *et al.*, 2009). O Regulamento (EU) n.º 37/2010 da Comissão de 22 de Dezembro de 2009, relativo a substâncias farmacologicamente ativas e respetiva classificação no que respeita aos limites máximos de resíduos nos alimentos de origem animal, não define limites máximos de resíduos de iodo nos alimentos de origem animal.

No entanto, o nível de ingestão de iodo tolerável poderá facilmente ser ultrapassado com o consumo de leite com elevadas concentrações de iodo (Scientific Committee on Food [SCF], 2002; Flachowsky *et al.*, 2007). Na maioria dos países desenvolvidos, a ingestão média diária de produtos lácteos líquidos por adulto é de 300 a 500 ml. Um consumo de 300 a 500 ml de leite com uma concentração de iodo de 150 a 300 µg/kg poderia fornecer mais de metade da dose diária recomendada para adultos (Schöne & Rajendram, 2009), representada na tabela 3.

Devido às crescentes preocupações com o consumo de níveis excessivos de iodo pela população, em 2005, a União Europeia (UE) reduziu o limite máximo de iodo na dieta de vacas leiteiras para 5 mg de iodo por kg de alimento completo com 12% de teor de humidade, de acordo com o Regulamento (CE) n.º 1459/2005 da Comissão, de 8 de Setembro de 2005. As práticas de alimentação constituem um dos principais fatores que determinam o teor de iodo no leite de vaca (Miller, Swanson, & Spalding, 1975; Borucki Castro *et al.*, 2010).

A formulação de dietas para vacas leiteiras em lactação deve ser feita criteriosamente, uma vez que o iodo em excesso na alimentação poderá resultar em elevadas concentrações de iodo no leite. Num estudo recente, o fornecimento de forragens e concentrados em separado foi associado a baixos níveis de iodo no leite quando comparado com o sistema de dieta completa (*Total Mixed Ration*, TMR). Uma explicação possível dada pelos autores seria a utilização de misturas minerais iodadas, como $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$, que são importantes fontes de iodo na dieta de vacas leiteiras, mais frequente em explorações com sistemas de alimentação TMR (Borucki Castro *et al.*, 2010).

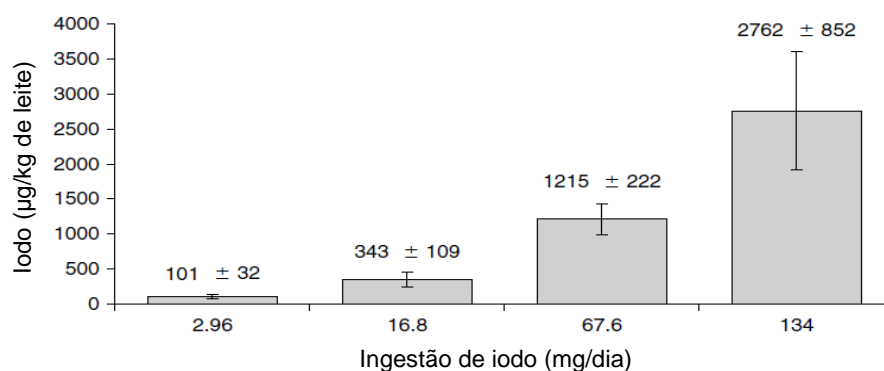
Os níveis de iodo em fontes vegetais são altamente variáveis, pois dependem do teor de iodo do solo no qual são cultivados (que varia com a localização geográfica), da proximidade ao mar², das espécies de plantas, e das condições climáticas e sazonais (Underwood, 1999).

Num ensaio experimental dose-efeito realizado em vacas leiteiras Holstein (Schöne *et al.*, 2009), foi demonstrado o efeito de doses crescentes de suplementação da dieta com iodo sobre a concentração de iodo no leite produzido. Neste estudo concluiu-se que 30 a 40% do iodo ingerido era transferido para o leite nos três grupos que recebiam iodo suplementar. No período sem suplementação dietética de iodo (apenas o conteúdo basal) aparentemente três quartos do iodo ingerido foi transferido para o leite. O gráfico 2 representa estes resultados. Outros estudos realizados mostraram que a transferência de iodo fornecido ao animal na dieta para o iodo no leite produzido pode variar entre 7 a 27%, dependendo de

² O iodo presente na camada superior da terra é lixiviado por glaciação e repetidas inundações e é levado para o mar. A água do mar é, portanto, uma fonte rica de iodo (FAO & WHO, 2002).

quanto o animal consome (Borucki Castro *et al.*, 2010). Há ainda que ter em conta a existência de substâncias que bloqueiam a captação tireoidiana de iodo ou inibem da absorção de iodeto, que estão presentes em alguns vegetais como é o caso do milho, rebentos de bambu, batata-doce, farinha de soja, entre outros (SCF, 2002).

Gráfico 2 - Efeito de suplementos de iodo na dieta de vacas leiteiras Holstein na concentração de iodo no leite produzido, apresentados como média \pm desvio padrão. Adaptado de Schöne & Rajendram (2009).



Para além das práticas de alimentação, a utilização de desinfetantes de ordenha iodados (figura 11) também está descrita como determinante na concentração de iodo no leite (Galton, Petersson, Merrill, Bandler, & Shuster, 1984; Flachowsky *et al.*, 2007; Borucki Castro, Berthiaume, Robichaud, & Lacasse, 2012). Este efeito parece ser modulado pela forma como o desinfetante é aplicado, com um aumento mais acentuado quando a aplicação é realizada por aspersão do que por imersão (Borucki Castro *et al.*, 2012). A absorção direta através da pele do úbere foi descrita como mecanismo responsável pelo aumento do teor de iodo no leite, aquando da utilização de iodóforos no *pre* e *postdipping* (Conrad & Hemken, 1978). Em estudos que determinaram a quantidade de iodo no leite produzido durante um período no qual não se procedeu à aplicação de desinfetantes de ordenha iodados e durante um período com a aplicação do iodóforo, revelaram um aumento da concentração de iodo no leite na ordem de um décimo a metade da concentração inicial (Galton, 2004; Flachowsky *et al.*, 2007).

Figura 11 - Desinfetante iodado aplicado nos tetos de uma vaca após a ordenha (original).



MATERIAL E MÉTODOS

1. Objetivos

O presente estudo teve como objetivo avaliar o impacto da instalação de um sistema de *postdipping* e *backflush* automatizado (PBA) em duas explorações leiteiras, em Portugal.

Havendo uma grande quantidade de fatores que interferem nos resultados de uma exploração leiteira, procurou-se estudar as variáveis mais objetivas e indicativas do que se pretendeu avaliar, sabendo que, numa situação real é praticamente impossível fazer variar apenas um fator, mantendo os restantes. Assim, pretendeu-se avaliar o impacto do sistema PBA nas seguintes variáveis:

- Contagem de células somáticas totais do efetivo (CCST);
- Taxa de novas infeções intramamárias (TNI);
- Grau de cobertura dos tetos pelo desinfetante pós-ordenha (CT);
- Contagem de microrganismos totais na superfície interior das tetinas (CMT);
- Tempo de ordenha (TO);
- Teor de iodo no leite de tanque (IL).

2. Caracterização das explorações

Ao longo do estudo foram acompanhadas duas explorações, ambas situadas na região de Lisboa e Vale do Tejo. Apresentavam uma média de 381 e 360 animais em produção e uma produção média de 33 e 29 kg/dia/vaca, respetivamente, para a exploração A e B, no mês em que se procedeu à instalação do sistema PBA (tabela 4). Na exploração A a instalação do dispositivo ocorreu em dezembro de 2011 e na exploração B ocorreu em abril de 2012.

Figura 12 - Sala de ordenha da exploração A antes da instalação do sistema PBA (original).



Tabela 4 – Caracterização das explorações A e B.

	Exploração A	Exploração B
Região geográfica	Lisboa e Vale do Tejo	Lisboa e Vale do Tejo
Nº médio de animais em lactação no mês da instalação	381	360
Produção média no mês da instalação (kg/vaca/dia)	33	29
Data da instalação	Dezembro 2011	Abril 2012
Tipo de sala de ordenha	Espinha de peixe com saída rápida	Paralela com saída rápida
Nº de postos de ordenha	12 x 2	20 x 2
Nº de ordenhas diárias	3	3
Nº de equipas de ordenha	2	2
Nº de pessoas por equipa	2	2
Estabulação dos animais em produção	Cubículos	Cubículos e cama livre
Material da cama livre	---	Palha
Material de enchimento dos cubículos	Palha → Areia*	Palha → Areia*
Sistema de alimentação	TMR	TMR

*Em ambas as explorações foi realizada a transição do material de enchimento dos cubículos de palha para areia no decorrer do estudo.

2.1. Caracterização da ordenha

2.1.1. Sala de ordenha

A exploração A possuía uma sala em espinha de peixe com 12 postos de cada lado (figura 13) (*Westfalia GEA*®) e a exploração B uma sala paralela com 20 postos de ordenha de cada lado (figura 14) (*De Laval*®), ambas com saída rápida. Na sala da exploração A, o acesso dos ordenhadores aos animais era efetuado lateralmente, enquanto na sala da exploração B era realizado a partir da traseira do animal.

Figura 13 - Esquema da sala de ordenha da exploração A. As setas representam o sentido da deslocação dos animais (original).

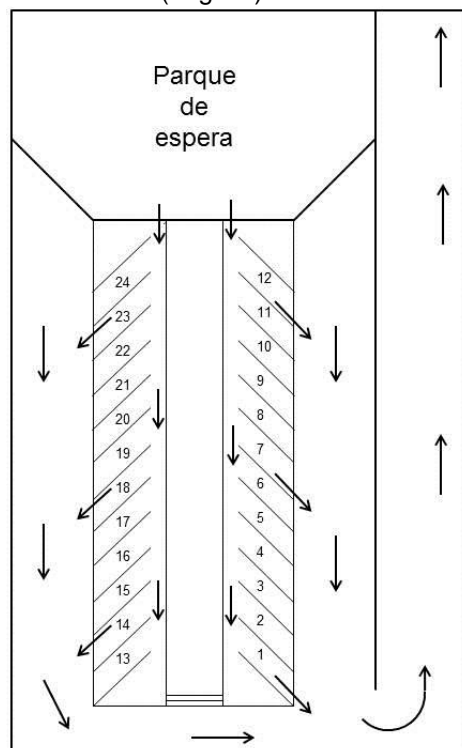
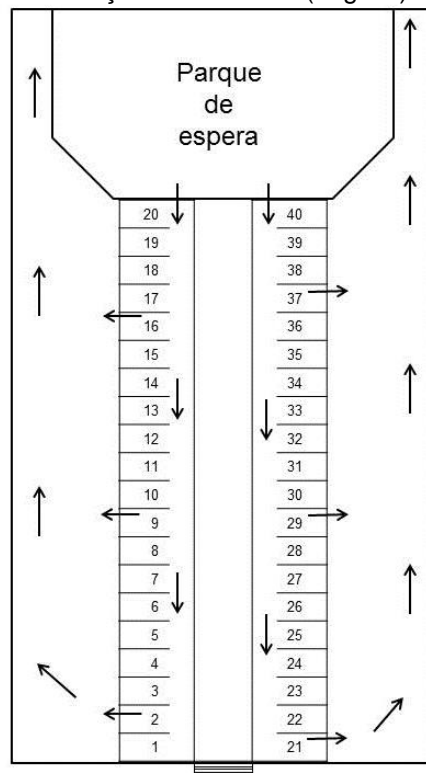


Figura 14 - Esquema da sala de ordenha da exploração B. As setas representam o sentido da deslocação dos animais (original).



2.1.2. Equipas de ordenha

Ambas as explorações possuíam 3 turnos de ordenha distribuídos por 2 equipas. Na exploração A as ordenhas da manhã e da tarde eram efetuadas por uma equipa e a da noite por outra. Na exploração B os turnos da manhã e da noite eram efetuados por uma equipa e o da tarde por outra, alterando-se de semana para semana a equipa. Na tabela 5 estão caracterizadas as equipas de ordenha acompanhadas no presente estudo.

Tabela 5 - Caracterização das equipas de ordenha acompanhadas no estudo.

Exploração A			Exploração B		
Equipa	Constituição	Turno	Equipa	Constituição	Turno
A1	2 x ♀	tarde	B1	1 x ♀ + 1 x ♂	tarde
A2	2 x ♂	noite	B2	2 x ♀	noite

2.1.3. Ordem de ordenha dos animais

Na exploração A, os animais estavam distribuídos nos parques por grupos, de acordo com a sua produção média, e a entrada para a sala de ordenha era efetuada por ordem decrescente da sua produção. Havia também um grupo de animais com CCS elevadas, sendo o último a ser ordenhado; numa sala à parte eram ordenhadas as vacas recém-paridas, seguidas das vacas com mastite clínica e outras doenças.

Na exploração B, o primeiro grupo a entrar na sala de ordenha era o das novilhas, depois eram ordenhadas as vacas de alta produção, seguindo-se os grupos de vacas de média e baixa produção e, por fim, os grupos de vacas recém-paridas e vacas com mastite clínica. Nesta exploração não era feita a separação dos animais por CCS.

2.1.4. Rotina de ordenha

A rotina de ordenha era semelhante entre as duas explorações. Era realizada a eliminação dos primeiros jatos a todos os animais (1º), seguido da aplicação do *predip* (2º). Após o tempo de atuação do *predip* (nem sempre respeitado) era efetuada a limpeza dos tetos (3º) com toalhetes de papel (um por vaca), embora estes tenham sido substituídos ao longo do tempo de estudo por panos destinados ao efeito em ambas as explorações. Era utilizada água para a lavagem dos tetos e úberes quando estes se apresentavam muito sujos. A colocação das tetinas (4º) era feita de forma regular. O deslizamento das tetinas era um problema nas duas explorações, e em ambas demorava bastante tempo a ser corrigido pelos ordenhadores. A remoção das tetinas era feita através dos ACRs, registando-se algumas lesões de hiperqueratose possivelmente relacionadas com sobreordenha na exploração B. O *postdip* era aplicado a todos os animais (5º), salientando-se deficiências na sua aplicação na exploração A, principalmente nos quartos posteriores (quando no fim da ordenha os tetos se apresentavam cruzados). Não era realizada a desinfecção das tetinas em nenhuma das explorações.

Em ambas as explorações os desinfetantes utilizados como *predip* eram formadores de espuma e os *postdip* eram formadores de película. Na exploração A, tanto o *predip* como o *postdip* tinham como base ácidos orgânicos (ácido láctico, ácido salicílico, etc). Na exploração B utilizavam um desinfetante à base de clorhexidina como *predip* e um desinfetante com iodo a 5.000 ppm como *postdip* (tabela 6).

Tabela 6 - Desinfetantes utilizados pré e pós-ordenha nas duas explorações estudadas.

Desinfetante	Exploração A	Exploração B
<i>Predip</i>	<i>Prefoam+[®] (Hypred[®])</i> Complexo de ácidos orgânicos	<i>Dixi foam[®] (Allegrini[®])</i> Clorhexidina
<i>Postdip</i>	<i>HM VIR Film+[®] (Hypred[®])</i> Complexo de ácidos orgânicos	<i>Iodocap HV[®] (Allegrini[®])</i> Iodo 5.000ppm

Quanto à higiene dos ordenhadores, na exploração A estes utilizavam luvas na sala de ordenha principal, apesar de não serem desinfetadas periodicamente. Na exploração B nem todos os ordenhadores utilizavam luvas.

Em ambas as explorações a entrada e saída dos animais na sala de ordenha era feita de forma voluntária e a maior parte dos animais encontrava-se calma no decorrer da ordenha.

2.1.5. Higiene dos animais

A pontuação de higiene dos animais foi avaliada nas duas explorações, baseada numa amostra estratificada por parque e seleccionada ao acaso, de acordo com a classificação de higiene de Hughes (2001). Na exploração A, as classificações mais frequentes dos parques de produção eram os graus 2 e 3 e na exploração B o grau 3, com algumas situações de grau 4 e 5, no mês em que foi feita a instalação do sistema PBA.

Figura 15 - Imagens representativas dos diferentes graus de classificação da escala de higiene utilizada, de acordo com Hughes (2001). Fotografias cedidas pelo Doutor Ricardo Bexiga e pela Dra. Ema Roque.



2.2. Caracterização da alimentação dos animais de produção

Em ambas as explorações era utilizado o sistema TMR, sendo a dieta distribuída constituída por silagem de milho, silagem de erva, palha, diversas matérias-primas como massa de cerveja, bagaço de soja e farinha de milho, e suplementos minerais, vitamínicos e corretores (bicarbonato de sódio).

3. Descrição do equipamento PBA

O equipamento instalado nas explorações A e B denomina-se *ADF milking*[®]. Este sistema aplica automaticamente o desinfetante nos tetos após a ordenha, quando o vácuo é desligado, sem intervenção do ordenhador, e realiza a lavagem interior das tetinas com ciclos de água, solução aquosa de ácido peracético e ar comprimido. Ao terminar, as tetinas encontram-se lavadas e desinfetadas para serem aplicadas, novamente, na vaca seguinte. Este sistema foi concebido de modo a ajustar-se a uma sala de ordenha convencional ou em carrossel, desde que disponha de ACRs.

Cada unidade de ordenha tem um sistema de controlo individual, que distribui o *postdip*, a solução de *backflush* e ar. Todos os componentes são apoiados por um sistema de controlo central. O sistema PBA necessita de tetinas próprias que permitem a aplicação do desinfetante no interior das mesmas. Estas tetinas são constituídas por uma concha de plástico (tipicamente amarela) e uma camisa de borracha que deve ser substituída a cada 2.500 utilizações.

Após a vaca terminar de ser ordenhada, é enviado um sinal para o sistema de controlo individual, a linha do leite é encerrada e é aplicado um desinfetante à base de iodo (com cerca de 2.800 ppm) por aspersão, através de um injetor situado na boca da teta (3 a 5 ml). A unidade é então desacoplada cerca de 1 segundo após a aplicação do *postdip* e é removida dos tetos, com o auxílio do ACR. Após o desacoplamento das tetinas, o sistema permite um período de 10 a 15 segundos de contacto para desinfeção interna das tetinas, após o qual são enxaguadas 6 a 10 vezes, alternadamente, com água fria, e ar comprimido, com o objetivo de remover quaisquer resíduos de iodo e higienizar a superfície interior das tetinas. O sistema tem ainda a opção de realizar um ciclo de enxaguamento com solução aquosa de ácido peracético (entre 100 e 200 ppm), que foi utilizada nas duas explorações estudadas. A última etapa é uma projeção longa de ar comprimido para secagem da superfície interior das tetinas, demorando o ciclo total cerca de 30 a 40 segundos (anónimo, 2012).

Figura 16 - Tetinas utilizadas pelo sistema PBA à esquerda e tetinas convencionais à direita (original).



A instalação do sistema em si demorou cerca de uma semana em cada exploração, sendo que as atividades na sala de ordenha eram realizadas entre ordenhas, sem interferir com o normal funcionamento da ordenha. Assim que a instalação estava completa, era efetuada a transição para o novo sistema entre duas ordenhas. Para as duas explorações, considerou-se o mês em que se realizou a transição para o sistema PBA como o último mês antes da instalação do sistema PBA, independentemente do dia em que a transição ocorreu. Desta forma, na exploração A, onde a instalação ocorreu em dezembro de 2011, os dados relativos ao mês de dezembro de 2011 são tratados como os últimos dados antes da instalação do sistema e os dados de janeiro de 2012 são tratados como os primeiros dados após a instalação do sistema. No caso da exploração B, como a instalação se realizou no mês de abril de 2012, este mês é referido como o último mês antes da instalação do sistema e o mês de maio de 2012 é o primeiro mês com o sistema PBA em funcionamento.

4. Descrição das variáveis estudadas

4.1. Contagem de células somáticas totais do efetivo

Foi efetuado o acompanhamento mensal dos valores da CCST de cada exploração desde um ano antes da data de instalação do dispositivo até um ano após a mesma. Na exploração A estes dados procederam da fábrica que recolhia o leite e no caso da exploração B foram obtidos com base no contraste leiteiro. Foram comparados meses do ano homólogos antes e depois da instalação do sistema PBA. Optou-se por analisar os resultados desta forma para minimizar a interferência de fatores que ocorrem tendencialmente em determinadas alturas do ano, como os aspetos climatéricos, as alterações alimentares, épocas de partos, fases da lactação e férias dos trabalhadores.

4.2. Taxa de novas infeções

O estudo da TNI foi baseado na CCS individual de cada vaca. Considerou-se uma nova infeção quando a CCS de um animal passava de abaixo para acima de 200.000 cél/ml em dois meses sucessivos, sendo que a mastite poderia ser clínica ou subclínica. Foi efetuada a divisão do número de vacas com uma nova infeção pelo número total de vacas em produção, e multiplicado por 100, obtendo-se a percentagem de novas infeções. Tal como para a variável CCST, a TNI foi calculada mensalmente a partir da data de instalação do dispositivo e comparada com a TNI dos meses homólogos do ano anterior.

4.3. Cobertura dos tetos pelo desinfetante pós-ordenha

Para avaliar o grau de cobertura dos tetos pelo *postdip* foi criada uma escala visual, de 1 a 4, representada na figura 17, em que:

Grau 1: ausência de aplicação do desinfetante;

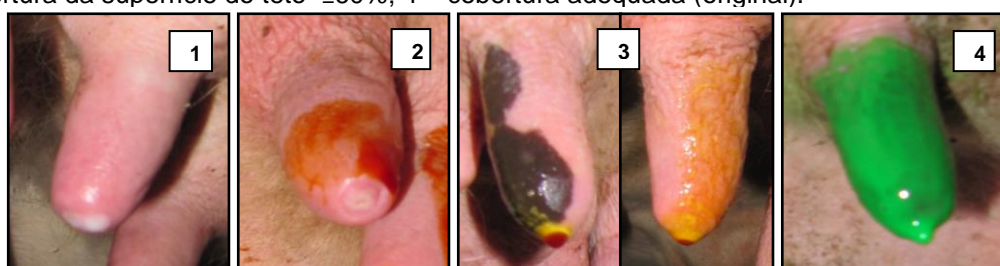
Grau 2: aplicação do desinfetante mas sem cobrir a extremidade do teto;

Grau 3: aplicação do desinfetante cobrindo a extremidade do teto mas sendo a cobertura da restante superfície do teto insuficiente ($\leq 60\%$) ou deficiente;

Grau 4: cobertura homogênea da superfície do teto ($>60\%$) e da sua extremidade.

Esta escala representa de forma crescente o grau de proteção atribuído pelo *postdipping*.

Figura 17 - Escala visual para classificação da cobertura dos tetos pelo *postdip*: 1 – não aplicado, 2 – extremidade do teto não protegida; 3 – extremidade do teto protegida mas cobertura da superfície do teto $\leq 60\%$; 4 – cobertura adequada (original).



Para comparar a aplicação do *postdip* de forma manual com a forma automatizada, foram acompanhadas duas ordenhas de equipas diferentes em cada exploração antes da instalação do dispositivo e outras duas das mesmas equipas após a instalação do mesmo, num total de 4 ordenhas por exploração. Assim, na exploração A foram acompanhadas as equipas A1 e A2 e na exploração B as equipas B1 e B2. As equipas A1 e B1 realizavam o turno da tarde e as equipas A2 e B2 realizavam o turno da noite. Foi respeitado o tempo de adaptação dos ordenhadores ao novo sistema de ordenha, antes de se proceder à análise após a instalação do mesmo (entre 4 a 6 meses).

Por cada fila de vacas ordenhadas foram fotografados os úberes de 4 vacas, selecionadas aleatoriamente com auxílio de um gerador de números aleatórios e, posteriormente foi realizada a classificação da cobertura de cada teto pelo desinfetante com base na respetiva fotografia. Esta classificação foi efetuada pelo operador que tirou as fotografias e confrontada com a classificação de outro operador que não tinha conhecimento das equipas de ordenha e da forma de aplicação a que pertencia cada fotografia. Nos casos em que a classificação atribuída pelos dois operadores não coincidia, procedia-se a uma revisão da fotografia em causa e se, ainda assim, não houvesse um consenso, o resultado era descartado. Os quartos secos ou impossíveis de classificar através das fotografias não foram considerados para o cálculo dos resultados finais. Foi registada a classificação individual de cada quarto, o posto e a fila em que a vaca foi ordenhada. O número total de tetos que estava previsto classificar era de 1996 na exploração A e 1216 na exploração B.

No entanto, não foi possível proceder à classificação de 128 tetos na exploração A e 36 na exploração B, pelos motivos acima referidos. Desta forma, foram classificados 1868 tetos na exploração A (909 na equipa A1 e 959 na equipa A2) e 1180 na exploração B (578 na equipa B1 e 602 na equipa B2).

Foi efetuada a análise e comparação dos resultados por equipa, por exploração e no global das duas explorações. Dentro de cada exploração foi realizada a análise da CT por quarto (anterior esquerdo [AE], anterior direito [AD], posterior esquerdo [PE] e posterior direito [PD]). No caso das equipas da exploração A, como a posição do ordenhador em relação à vaca variava consoante a fila em que a vaca era ordenhada (figura 13), denominou-se AP ao quarto anterior mais próximo do ordenhador, AL ao quarto anterior mais longe do ordenhador, PP ao quarto posterior mais próximo do ordenhador e PL ao quarto posterior mais longe do ordenhador, visto a dificuldade de aplicação variar consoante a posição do teto em relação ao ordenhador.

Foi ainda realizada uma associação dos graus 1+2 e 3+4 de forma a permitir uma análise mais imediata dos resultados, tendo em conta o grau de proteção atribuído.

4.4. Contagem de microrganismos totais nas tetinas

Esta variável foi estudada apenas na exploração B, uma vez que, devido a limitações técnicas e temporais, não foi possível proceder à sua análise na exploração A. Foram colhidas 4 amostras com zaragatoa por cada fila de vacas ordenhadas, escolhidas aleatoriamente tanto quanto ao posto (vaca) como quanto ao quarto correspondente, com recurso a um gerador de números aleatórios, originando um total de 44 amostras antes e 44 amostras após a instalação do sistema PBA. As colheitas por zaragatoa eram realizadas imediatamente antes da vaca ser ordenhada, dando 10 voltas na superfície interior da tetina (Hogewerf *et al.*, 2008), desde cerca 12 cm de profundidade e em sentido distal até cerca de 2 cm antes da boca da tetina. Eram depois cortadas junto ao algodão e acondicionadas em copo de recolha estéril com 9 ml de soro fisiológico a 0,9%. Foram recolhidas 8 amostras para as duas filas da sala (4 em cada) antes das primeiras vacas serem ordenhadas, depois novamente 8 amostras antes das segundas filas de vacas serem ordenhadas e assim sucessivamente, até ao final da ordenha. Uma vez que não era possível determinar a área exata em que a zaragatoa passava, os resultados foram expressos em unidades formadoras de colónias por mililitro (ufc/ml). As colheitas de amostras com zaragatoa foram sempre realizadas na ordenha da manhã (entre as 5 h e as 8 h), seguindo depois para o laboratório de microbiologia da FMV e processadas dentro das 8 horas seguintes à sua recolha. Foi realizada a sementeira à superfície (com 100 µl) sem diluição e em diluições crescentes seriadas de base 10, em placas de Petri com cerca de 15 ml de meio *Plate Count Agar* e em duplicado. As placas foram incubadas a 37 °C e procedeu-se à sua contagem após 24 h de

incubação. Foram também realizadas culturas em Agar Sangue para melhor visualização e caracterização das colónias, sem efeitos de contagem.

4.5. Tempo de ordenha

Para o estudo dos efeitos no TO foram medidos:

- O tempo de ordenha total (TOT) – desde que a primeira vaca entrou na sala de ordenha até que saiu a última;
- O tempo de ordenha por fila da sala de ordenha (TOF) – desde que entrou a primeira vaca numa das duas filas da sala até que saiu a última vaca dessa mesma fila;
- O número de postos ocupados por fila (POF) visto que nem sempre o número de vacas ordenhado correspondia à totalidade do número de postos de ordenha da respetiva fila. Quando o valor de POF era inferior ao número de postos da fila (12 e 20, respetivamente para a exploração A e B), o valor de TOF era descartado, para permitir a análise dos valores de TOF com o mesmo número de vacas ordenhadas, que preferencialmente deveria ser a capacidade máxima da fila (maior eficiência);
- O tempo em que pelo menos uma das filas da sala de ordenha esteve vazia (TOSV), funcionando como um indicador de rendimento da sala de ordenha.

Em todas as equipas, foi respeitado o tempo de adaptação dos ordenhadores ao novo sistema de ordenha antes de se proceder à medição do tempo de ordenha após a instalação (cerca de 3 meses).

4.6. Teor de iodo no leite

Para determinar o teor de iodo no leite, foi realizada a análise por *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS) de amostras de leite do tanque em agitação, recolhidas uma semana antes e um mês após da instalação do sistema. Esta técnica permite quantificar determinados elementos, neste caso iodo, ao atomizá-los e registar as suas interações a nível de radiação absorvida/emitida (limite de deteção 0,05 ppm). Devido à amostra reduzida (N = 2, para cada exploração), não foram realizados testes estatísticos para esta variável.

5. Análise estatística

Para as variáveis CCST e TNI a análise estatística foi realizada recorrendo ao teste de *t* para comparação das médias de duas amostras independentes, uma vez que se verificaram os pressupostos de normalidade da distribuição e igualdade de variâncias, de acordo com os testes *Kolmogorov-Smirnov* e *Levene*, respetivamente (ANEXO I).

Para a variável CT, a análise estatística dos resultados foi efetuada recorrendo ao teste chi-quadrado (X^2) de *Pearson*, tendo em conta que a variável CT não é contínua, considerando como amostra todos os quartos classificados e cada quarto individualmente dentro de cada equipa.

Para as variáveis CMT e TO a análise estatística foi realizada recorrendo ao teste de *Mann-Whitney*, teste não paramétrico para comparação de 2 amostras independentes, uma vez que não se verificou a normalidade da distribuição dos dados (teste *Kolmogorov-Smirnov*, $P < 0,05$) (ANEXO II).

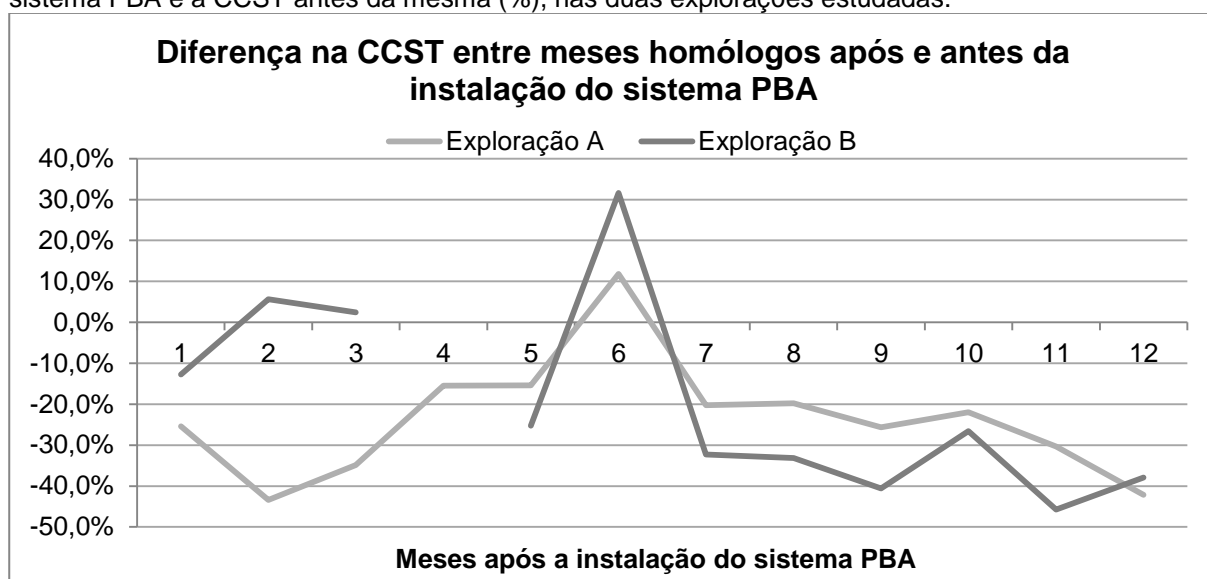
O nível de significância adotado em todos os casos foi de 5% ($P < 0,05$).

RESULTADOS

1. Contagem de células somáticas totais do efetivo

Em ambas as explorações foi observada uma redução na CCST estatisticamente significativa ($P<0,05$). No gráfico 3 pode-se observar a evolução das duas explorações durante os meses de estudo. Nos meses -4 e 4 não se obtiveram resultados para a exploração B uma vez que se tratavam dos meses de agosto, nos quais não foi feito contraste leiteiro (onde se basearam estes resultados). Em ambas as explorações foi verificado um aumento da CCST no 6º mês de estudo, embora não correspondam ao mesmo mês do ano, visto que as duas instalações ocorreram em datas diferentes.

Gráfico 3 - Representação da evolução mensal da diferença entre a CCST após a instalação do sistema PBA e a CCST antes da mesma (%), nas duas explorações estudadas.



1.1. Exploração A

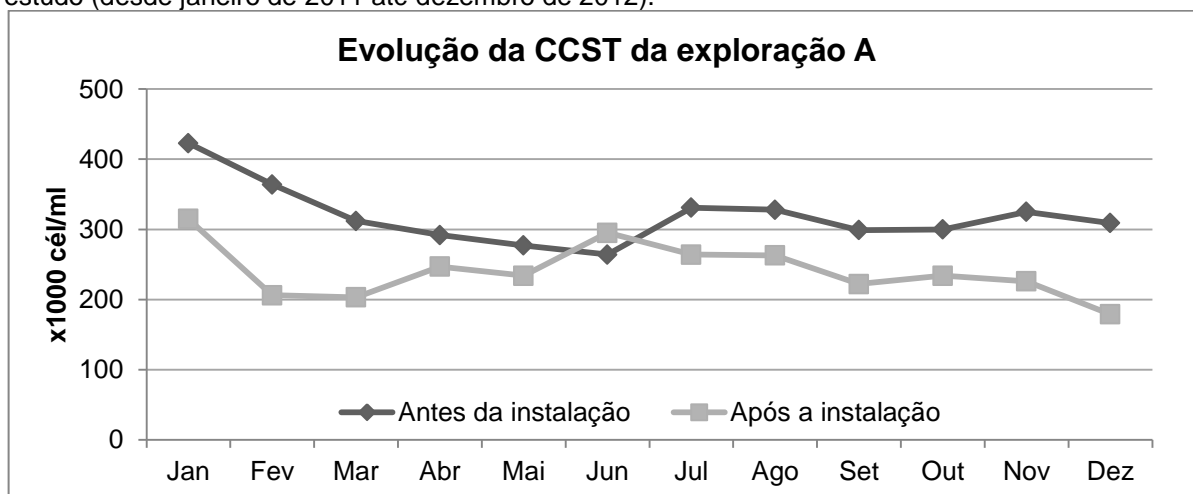
Na exploração A verificou-se uma redução média mensal estatisticamente significativa ($P<0,001$) de 78.000 cél/ml (23,6%) nos 12 meses seguintes à instalação do dispositivo, comparativamente aos mesmos meses do ano anterior (tabela 7). Os valores da CCST no período de estudo após a instalação do sistema PBA foram inferiores àqueles registados no período antes da instalação (gráfico 4), exceto no 6º mês de estudo (junho), que foi o único mês em que a CCST de 2012 foi superior à de 2011 (mais 31.000 cél/ml que em 2012).

Tabela 7 – Média da CCST mensal da exploração A, no período de 12 meses antes e depois da instalação do sistema PBA, diferença entre médias e valor de P .

	Antes da instalação (x1000 cél/ml)	Após a instalação (x1000 cél/ml)	Diferença absoluta (x1000 cél/ml)	<i>P</i>
Média ± $\bar{\sigma}$	319 ± 42	241 ± 39	-78 ± 17	<0,001

As reduções observadas variaram de 43.000 cél/ml até 158.000 cél/ml no mês de maio e fevereiro, respetivamente. As reduções mais acentuadas verificaram-se no 1º, 2º e 3º mês de estudo e, mais tarde, no 11º e 12º mês de estudo. No mês de setembro (9º mês de estudo) procedeu-se à alteração do material de enchimento dos cubículos para areia. A partir desta data verificou-se uma descida acentuada nos valores de CCST mensais de 2012, relativamente ao observado em 2011, levando a reduções mensais crescentes nos três meses consecutivos à alteração.

Gráfico 4 - Representação da CCST da exploração A (em x1000 cél/ml), ao longo do tempo de estudo (desde janeiro de 2011 até dezembro de 2012).



1.2. Exploração B

Na exploração B os valores de CCST variaram mais, tendo-se verificado valores superiores àqueles de meses antes da instalação do sistema em meses posteriores à mesma, como é o caso de junho, julho e outubro (2º, 3º e 6º mês de estudo, respetivamente), o que se pode observar no gráfico 5. Nos últimos 6 meses de estudo observaram-se reduções consecutivas, em relação ao mesmo período do ano anterior. Verificou-se uma redução média mensal de 174.000 cél/ml (20,1%) nos 12 meses seguintes à instalação do dispositivo, comparativamente aos mesmos meses do ano anterior (tabela 8).

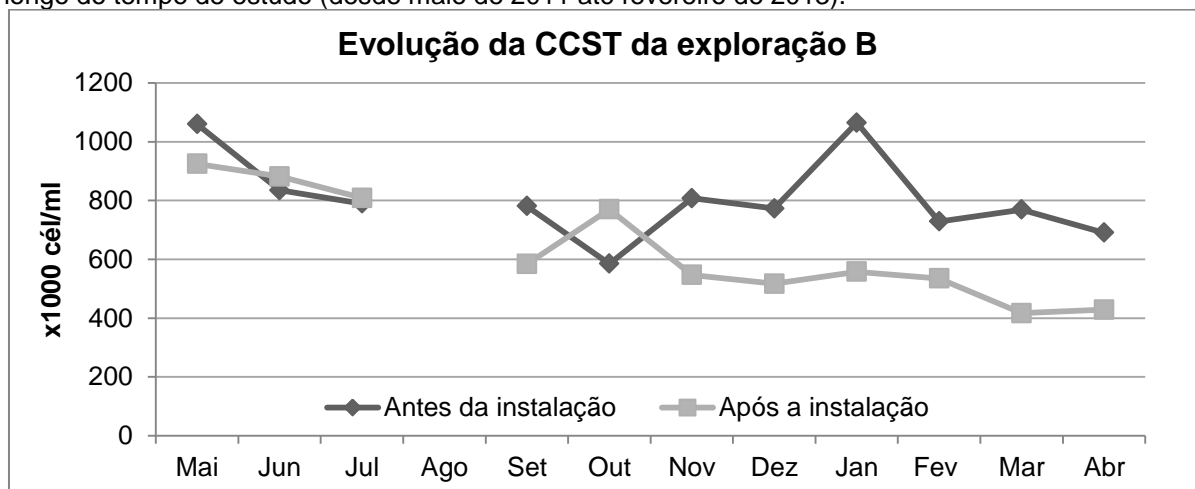
Tabela 8 - Média da CCST mensal da exploração B, no período de 12 meses antes e depois da instalação do sistema PBA, diferença entre médias e valor de *P*.

	Antes da instalação (x1000 cél/ml)	Após a instalação (x1000 cél/ml)	Diferença absoluta (x1000 cél/ml)	P
Média ± $\bar{\sigma}$	808 ± 143	634 ± 180	-174 ± 69	<0,05

O aumento máximo registado foi de 185.000 cél/ml, no mês de outubro, durante o qual se procedeu à mudança do material de enchimento dos cubículos para areia. A maior redução deu-se no mês 9 (janeiro), na ordem das 500.000 cél/ml. A partir do 7º mês houve uma redução da CCST. Os valores da CCST variaram mais entre si no período de 12 meses

após a instalação do sistema PBA do que no período de 12 meses anterior à mesma, apresentando uma tendência decrescente ao longo dos 12 meses posteriores à instalação.

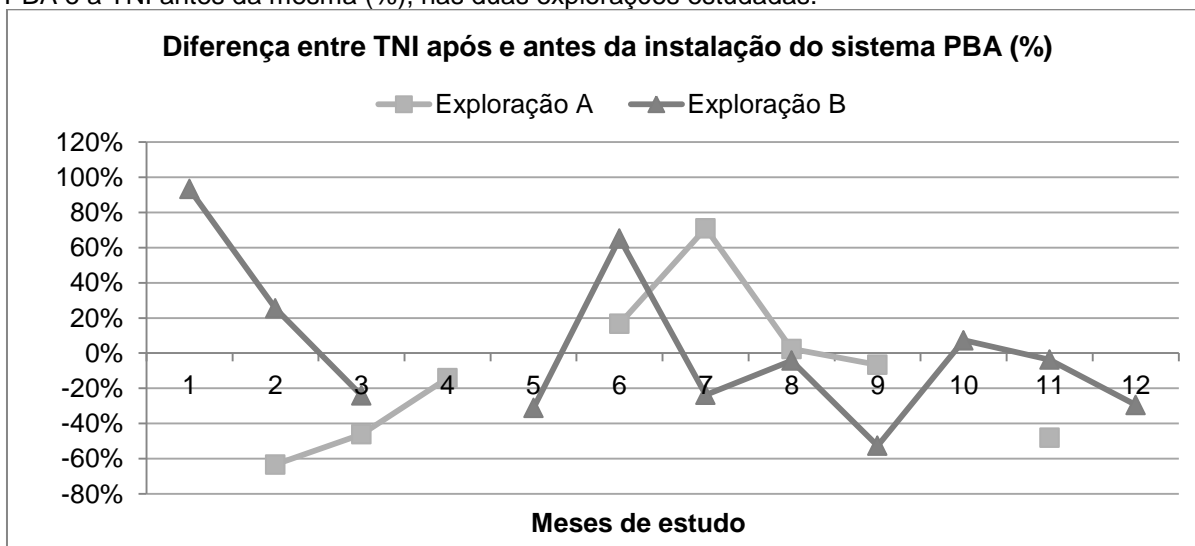
Gráfico 5 - Representação da CCST mensal no leite do tanque da exploração B (em x1000 cél/ml), ao longo do tempo de estudo (desde maio de 2011 até fevereiro de 2013).



2. Taxa de novas infecções

A taxa de novas infecções variou muito ao longo do tempo de estudo, tanto na exploração A como na exploração B, como se pode observar no gráfico 6, e a sua variação não foi estatisticamente significativa ($P > 0,05$).

Gráfico 6 - Representação da evolução mensal da diferença entre a TNI após a instalação do sistema PBA e a TNI antes da mesma (%), nas duas explorações estudadas.



2.1. Exploração A

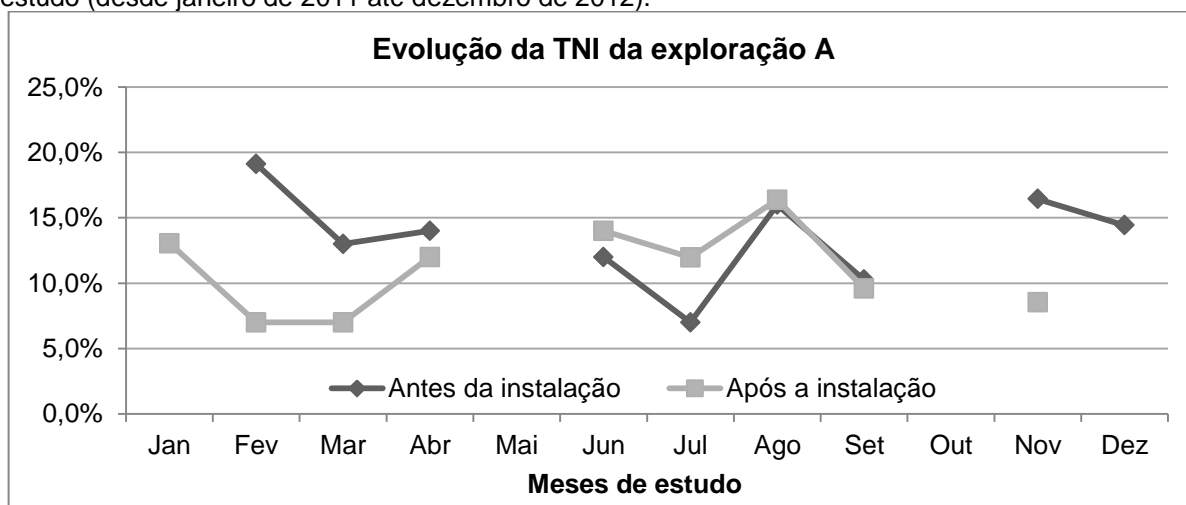
Na exploração A a TNI apresentou variações acentuadas nos meses de estudo (gráfico 7). Observou-se uma redução da TNI no 2º, 3º e 4º mês de estudo com tendência decrescente. Entre o 6º e o 8º mês inclusive, a TNI de 2012 foi superior à de 2011, voltando depois a decrescer até ao fim do tempo de estudo, originando uma redução média mensal de cerca de 11% (tabela 9).

Tabela 9 - Média da TNI mensal (%) da exploração A no período de 12 meses antes e depois da instalação do sistema PBA, diferença entre médias e valor de *P*.

	Antes da instalação (%)	Após a instalação (%)	Diferença (%)	<i>P</i>
Média ± δ	13,6 ± 3,5	11,1 ± 3,2	-11,1	>0,05

A redução máxima observada da TNI deu-se no mês de fevereiro (2ª mês de estudo) e foi de aproximadamente 63%, e o maior aumento foi de 71% e ocorreu no mês 7. Nos meses 1, 5, 10 e 12 não foi possível determinar a TNI devido à ausência de dados, originando uma amostra reduzida.

Gráfico 7 - Representação da TNI mensal calculada da exploração A (%), ao longo do tempo de estudo (desde janeiro de 2011 até dezembro de 2012).



2.2. Exploração B

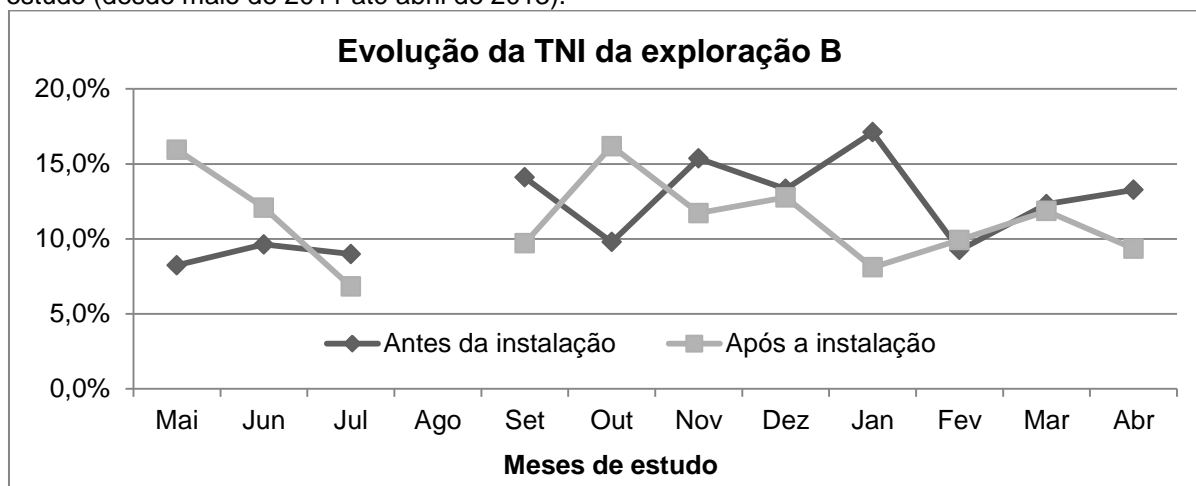
A TNI da exploração B variou muito nos períodos de estudo (gráfico 8). A redução máxima registada foi de aproximadamente 53%, no mês de janeiro (9º mês de estudo) e o maior aumento foi de 93% no 1º mês de estudo.

Tabela 10 - Média da TNI mensal (%) da exploração B no período de 12 meses antes e depois da instalação do sistema PBA, diferença entre médias e valor de *P*.

	Antes da instalação (%)	Após a instalação (%)	Diferença (%)	<i>P</i>
Média ± δ	11,9 ± 2,9	11,3 ± 3,0	2,0	>0,05

A média da TNI sofreu um aumento médio de 2% (tabela 10). Registaram-se aumentos da TNI nos meses 1, 2, 6 e 10 e reduções nos meses 3, 5, 7, 8, 9, 11 e 12, no período de 12 meses após a instalação, relativamente ao período de 12 meses anterior à instalação. A variação das médias entre os dois períodos de estudo não foi estatisticamente significativa ($P>0,05$).

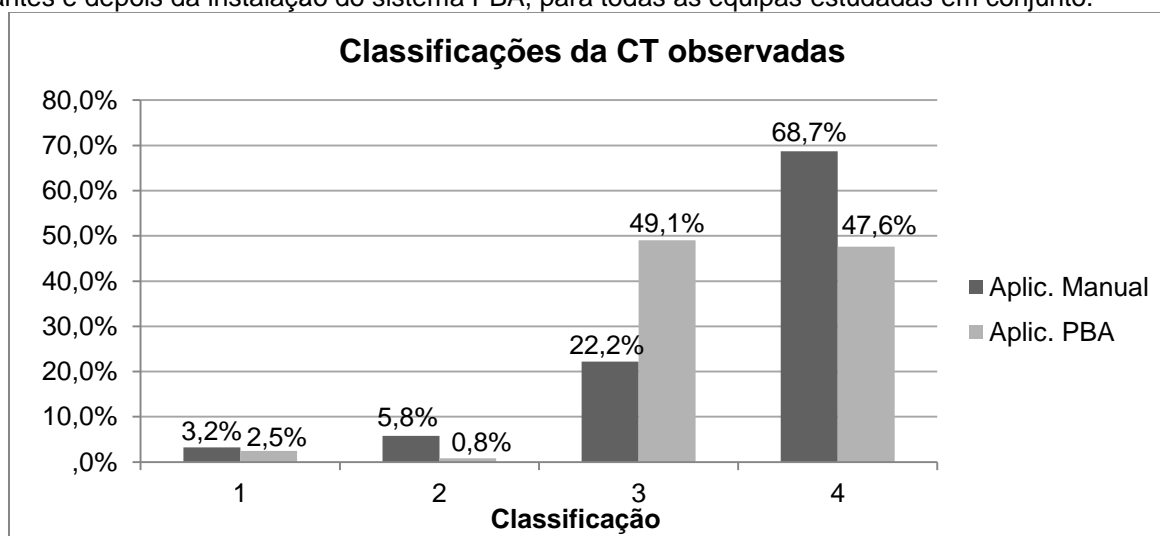
Gráfico 8 - Representação da TNI mensal calculada da exploração B (%), ao longo do tempo de estudo (desde maio de 2011 até abril de 2013).



3. Cobertura dos tetos pelo desinfetante pós-ordenha

Com a introdução do sistema PBA, registou-se uma ligeira diminuição da ocorrência do grau 1 (de 3,2 para 2,5%) e do grau 2 (de 5,8 para 0,8%). Nos graus 3 e 4 registaram-se as maiores alterações, sendo que a ocorrência de classificações do grau 3 aumentou de 22,2 para 49,1% e o grau 4 diminuiu de 68,7 para 47,6%, como se pode ver no gráfico 9.

Gráfico 9 - Frequências relativas (%) dos 4 graus de classificação da cobertura dos tetos registadas antes e depois da instalação do sistema PBA, para todas as equipas estudadas em conjunto.



As variações observadas foram estatisticamente significativas ($P<0,001$). Agrupando os graus 1+2 e 3+4 obteve-se também uma variação estatisticamente significativa ($P<0,001$), com os graus 1+2 a diminuir de 9,1 para 3,3% e os graus 3+4 a aumentar de 90,6 para 96,7% (tabela 11).

Tabela 11 - Frequências das classificações da CT das equipas estudadas nas duas explorações, com aplicação manual vs automatizada (PBA), e valores de P , analisados para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4.

Class.	Manual		PBA		P	Class.	Manual		PBA		P
	N	%	N	%			N	%	N	%	
1	49	3,2	38	2,5	<0,001	1 + 2	137	9,1	51	3,3	<0,001
2	88	5,8	13	0,8		3 + 4	1376	90,9	1484	96,7	
3	336	22,2	753	49,1		Total	1513	100	1535	100	
4	1040	68,7	731	47,6							

Comparando a distribuição das diferentes classificações entre quartos, verificou-se uma variação estatisticamente significativa no caso da exploração A (tabela 12), quer com aplicação manual ($P<0,001$) quer com aplicação automatizada ($P<0,05$), considerando os quartos AP, AL, PP, PL. Na exploração B, as variações observadas entre quartos não foram estatisticamente significativas, quer na aplicação manual, quer na aplicação automatizada ($P>0,05$).

Tabela 12 - Valores de P para a variação das classificações da CT entre quartos, nas duas explorações, com aplicação do desinfetante de forma manual e pelo sistema PBA.

P	Exploração	Manual	PBA
	A	<0,001	<0,05
	B	>0,05	>0,05

3.1. Exploração A

Na exploração A, agrupando as 2 equipas estudadas (A1 e A2), os quartos que apresentavam mais classificações de grau 1 e 2 eram o AL, PP e PL, e tiveram uma redução estatisticamente significativa ($P<0,001$) (tabela 13). As classificações de grau 4 diminuíram em todos os quartos e as de grau 3 aumentaram. Agrupando os graus de classificação 1+2 e 3+4 verificou-se que os graus 1+2 passaram de cerca de 12% para 2% e os 3+4 aumentaram de 88 para 98%, de forma estatisticamente significativa ($P<0,001$).

Tabela 13 - Frequências das classificações da CT obtidas nas equipas A1 + A2, com aplicação manual vs automatizada (PBA), analisadas para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4. AP e AL representam o teto anterior mais próximo e mais longe do ordenhador, respetivamente, e PP e PL representam o teto posterior mais próximo e mais longe do ordenhador, respetivamente.

respectivamente:

Teto	Class.	Manual		PBA		P	Teto	Class.	Manual		PBA		P
		N	%	N	%				N	%	N	%	
AP	1	6	2,8	1	0,4	<0,001	AP	1 + 2	10	4,7	3	1,3	<0,05
	2	4	1,9	2	0,8			3 + 4	205	95,3	236	98,7	
	3	36	16,7	146	61,1								
	4	169	78,6	90	37,7								
AL	1	13	5,7	2	0,8	<0,001	AL	1 + 2	27	11,7	3	1,2	<0,001
	2	14	6,1	1	0,4			3 + 4	203	88,3	241	98,8	
	3	55	23,9	117	48,0								
	4	148	64,3	124	50,8								
PP	1	11	4,9	1	0,4	<0,001	PP	1 + 2	30	13,3	2	0,8	<0,001
	2	19	8,4	1	0,4			3 + 4	196	86,7	241	99,2	
	3	68	30,1	130	53,5								
	4	128	56,6	111	45,7								
PL	1	14	6,0	11	4,6	<0,001	PL	1 + 2	40	17,2	12	5,0	<0,001
	2	26	11,2	1	0,4			3 + 4	192	82,8	227	95,0	
	3	81	34,9	142	59,4								
	4	111	47,8	85	35,6								
Todos	1	44	4,9	15	1,6	<0,001	Todos	1 + 2	107	11,8	19	2,0	<0,001
	2	63	7,0	4	0,4			3 + 4	796	88,2	946	98,0	
	3	240	26,6	533	55,2								
	4	556	61,6	413	42,8								

Na equipa A1 verificou-se uma tendência para a diminuição da frequência de tetos com classificações de grau 1 e 2, aumento da frequência de tetos com classificação de grau 3 e diminuição dos casos de grau 4 (tabela 14). Cerca de 97,4% dos tetos ordenhados apresentaram classificações 3 e 4 com a utilização do sistema PBA, face aos 84,4% com aplicação manual. Em ambas as análises, as variações observadas foram estatisticamente significativas ($P < 0,001$).

Tabela 14 - Frequências das classificações da CT obtidas na equipa A1 e valores de P , analisados para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4, com aplicação manual vs PBA.

Class.	Manual		PBA		P	Class.	Manual		PBA		P
	N	%	N	%			N	%	N	%	
1	27	6,4	11	2,3	<0,001	1 + 2	66	15,6	13	2,7	<0,001
2	39	9,2	2	0,4		3 + 4	357	84,4	473	97,3	
3	137	32,4	235	48,4							
4	220	52,0	238	49,0							
Total	423	100	486	100		Total	423	100	486	100	

Na equipa A2, a tendência das frequências de cada grau de classificação da CT assemelhou-se ao da equipa A1, com a diminuição da ocorrência de classificações 1, 2 e 4 e aumento da ocorrência de classificações de grau 3 (tabela 15). Nesta equipa, as frequências dos graus 1+2 com o desinfetante aplicado de forma manual eram menores que na equipa A1 e em 70% dos tetos classificados o desinfetante foi aplicado de forma correta – classificação de grau 4. Com a utilização do sistema PBA verificou-se uma redução na frequência de tetos com classificação de grau 4, de 70% para 36,5%. Ainda assim, devido ao número de classificações de grau 3, quando se avaliaram os graus 1+2 e 3+4 verificou-se uma diminuição dos graus 1+2 (de 8,5 para 1,3%) e um aumento de 91,5 para 98,7% dos graus 3+4. Em ambas as análises as variações observadas foram estatisticamente significativas ($P<0,001$).

Tabela 15 - Frequências das classificações da CT obtidas na equipa A2 e valores de P , analisados para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4, com aplicação manual vs PBA.

Class.	Manual		PBA		P	Class.	Manual		PBA		P
	N	%	N	%			N	%	N	%	
1	17	3,5	4	0,8	<0,001	1 + 2	41	8,5	6	1,3	<0,001
2	24	5,0	2	0,4		3 + 4	439	91,5	473	98,7	
3	103	21,5	298	62,2		Total	480	100	479	100	
4	336	70,0	175	36,5							

3.2. Exploração B

Na exploração B (de acesso traseiro ao animal) a ocorrência de classificações de grau 1 aumentou em todos os quartos, com a transição para o sistema PBA, face à aplicação manual por imersão (tabela 16). A ocorrência de classificações de grau 2 diminuiu, exceto para os quartos AE, onde aumentou. As classificações de grau 3 aumentaram e as de grau 4 diminuíram em todos os quartos. As variações entre as 4 classificações revelaram-se estatisticamente significativas em todos os quartos ($P<0,05$) mas, quando agrupadas as classificações 1+2 e 3+4, as variações não se revelaram estatisticamente significativas ($P>0,05$). O padrão não foi igual em todos os quartos, tendo havido um aumento dos graus 1+2 para os quartos AE, AD e PD e uma diminuição para os quartos PE. Considerando todos os tetos classificados em conjunto, a frequência de grau 1 aumentou e os graus 1+2 também. A redução dos graus 3+4 foi pequena (de 95 para 94%).

Tabela 16 - Frequências das classificações da CT obtidas nas equipas B1 + B2, com aplicação manual vs automatizada (PBA), analisadas para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4. AE e AD representam o teto anterior esquerdo e direito, respetivamente, e PE e PD representam o teto posterior esquerdo e direito, respetivamente.

Teto	Class.	Manual		PBA		P	Teto	Class.	Manual		PBA		P
		N	%	N	%				N	%	N	%	
AE	1	2	1,3	5	3,5	<0,001	AP	1 + 2	4	2,6	8	5,6	>0,05
	2	2	1,3	3	2,1			3 + 4	151	97,4	135	94,4	
	3	25	16,1	67	46,9								
	4	126	81,3	68	47,6								
AD	1	1	0,7	8	5,7	<0,001	AL	1 + 2	8	5,3	11	7,8	>0,05
	2	7	4,6	3	2,1			3 + 4	144	94,7	130	92,2	
	3	22	14,5	63	44,7								
	4	122	80,3	67	47,5								
PE	1	1	0,7	4	2,8	<0,001	PP	1 + 2	12	7,9	6	4,2	>0,05
	2	11	7,2	2	1,4			3 + 4	140	92,1	138	95,8	
	3	27	17,8	50	34,7								
	4	113	74,3	88	61,1								
PD	1	1	0,7	6	4,2	<0,05	PL	1 + 2	6	4,0	7	4,9	>0,05
	2	5	3,3	1	0,7			3 + 4	145	96,0	135	95,1	
	3	22	14,6	40	28,2								
	4	123	81,5	95	66,9								
Todos	1	5	0,8	23	4,0	<0,001	Todos	1 + 2	30	4,9	32	5,6	>0,05
	2	25	4,1	9	1,6			3 + 4	580	95,1	538	94,4	
	3	96	15,7	220	38,6								
	4	484	79,3	318	55,8								

Na equipa B1, a frequência de tetos com classificação de grau 1 aumentou com a utilização do sistema PBA. Nesta equipa de ordenha, a frequência de classificações de grau 1 com aplicação manual do desinfetante foi nula em todos os tetos (tabela 17). A soma das frequências de classificações de graus 1 e 2 com aplicação manual foi idêntica à soma das frequências para as classificações 1 e 2 com a utilização do sistema PBA. Para as classificações de graus 3 e 4, houve um aumento da frequência do grau 3 e uma diminuição da frequência do grau 4. As variações entre os quatro graus de classificação foi estatisticamente significativa ($P < 0,001$), o mesmo não ocorreu agrupando os graus 1+2 e 3+4 ($P > 0,05$).

Tabela 17 - Frequências das classificações da CT obtidas na equipa B1 e valores de P , analisados para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4, com aplicação manual vs PBA.

Class.	Manual		PBA		P	Class.	Manual		PBA		P
	N	%	N	%			N	%	N	%	
1	0	0,0	12	4,3	<0,001	1 + 2	17	5,7	16	5,7	>0,05
2	17	5,7	4	1,4		3 + 4	282	94,3	263	94,3	
3	61	20,4	118	42,3							
4	221	73,9	145	52,0							
Total	299	100	279	100		Total	299	100	279	100	

Na equipa B2, as frequências das classificações da CT foram semelhantes ao observado na equipa B1, registando-se um aumento das frequências das classificações de graus 1 e 3 e uma diminuição das frequências das classificações 2 e 4 (tabela 18). Analisando os 4 graus de classificação a variação ocorrida foi estatisticamente significativa ($P < 0,001$). Agrupando os graus 1+2 e 3+4, observou-se um aumento de 1+2 e uma diminuição de 3+4, embora esta variação não tenha sido estatisticamente significativa.

Tabela 18 - Frequências das classificações da CT obtidas na equipa B2 e valores de P , analisados para cada grau da escala de 1 a 4 e agrupando os graus 1+2 e 3+4, com aplicação manual vs PBA.

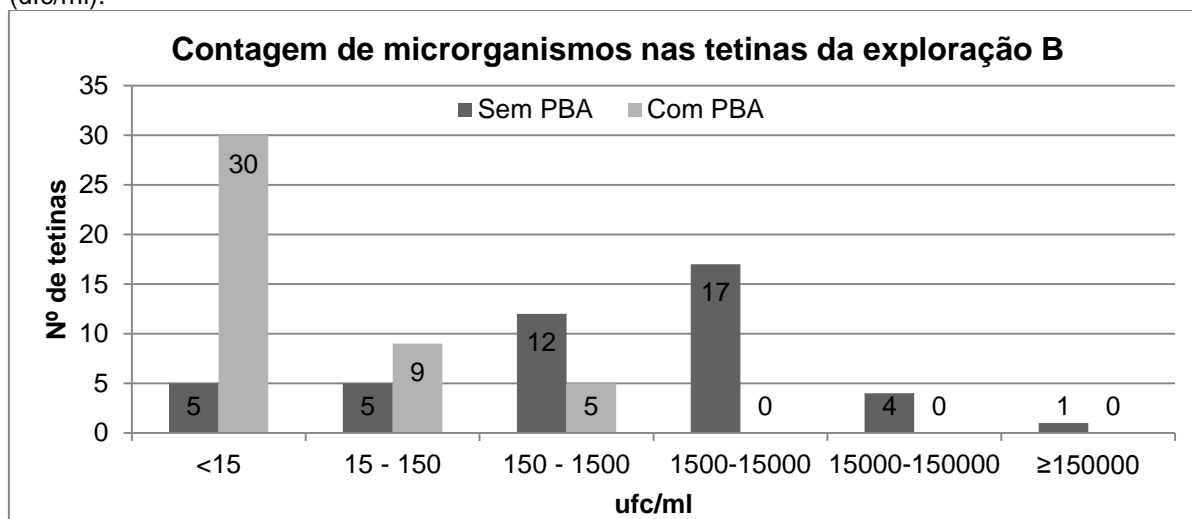
Class.	Manual		PBA		P	Class.	Manual		PBA		P
	N	%	N	%			N	%	N	%	
1	5	1,6	11	3,8	<0,001	1 + 2	13	4,2	16	5,5	>0,05
2	8	2,6	5	1,7		3 + 4	298	95,8	275	94,5	
3	35	11,3	102	35,1		Total	311	100	291	100	
4	263	84,6	173	59,5							

4. Contagem de microrganismos totais nas tetinas (exploração B)

Obteve-se uma CMT < 15 ufc/ml em 5 e 30 das amostras recolhidas, antes e depois da instalação do equipamento, respetivamente (gráfico 10). Das amostras de zaragatoas das tetinas recolhidas sem a utilização do sistema PBA, 29 tinham entre $1,5 \times 10^2$ e $1,5 \times 10^4$ ufc/ml. Contagens superiores a $1,5 \times 10^3$ ufc/ml só se registaram em amostras recolhidas quando não se realizava o *backflush* das tetinas.

A redução das medianas com a utilização do sistema de *backflush*, relativamente à não realização do mesmo foi estatisticamente significativa ($P < 0,001$).

Gráfico 10 - Frequências absolutas das amostras colhidas com zaragatoa da superfície interior das tetinas com e sem o sistema PBA, distribuídas por intervalos de contagens de microrganismos totais (ufc/ml).



5. Tempo de ordenha

5.1. Tempo de ordenha total

Registou-se uma diminuição do TOT em todas as equipas (aproximadamente 4, 16, 11 e 2%, respetivamente, para a equipa A1, A2, B1 e B2) e um aumento do número de vacas ordenhadas por hora (VH) e do número de vacas ordenhadas por ordenhador por hora (VOH) – tabela 19. O reduzido número de observações não permitiu avaliar se estas variações eram estatisticamente significativas.

Tabela 19 - Tempos de ordenha totais observados nas 4 equipas estudadas e número de vacas ordenhadas, antes e depois da instalação do sistema PBA e respetiva diferença. Em que h – tempo total de ordenha em horas; n – n.º de vacas ordenhadas; VH – n.º de vacas ordenhadas por hora; VOH – n.º de vacas ordenhadas por ordenhador por hora.

Equipa	Antes				Depois				Diferença		
	n	h	VH	VOH	n	h	VH	VOH	%	VH	VOH
A1	361	3,8	95,4	47,7	358	3,6	99,4	49,7	-4,0	4,0	2,0
A2	368	3,8	96,8	48,4	362	3,1	115,5	57,8	-16,2	18,7	9,3
B1	333	3,7	90,4	45,2	349	3,5	101,2	50,6	-10,6	10,8	5,4
B2	374	3,5	105,8	52,9	354	3,3	107,8	53,9	-1,8	2,0	1,0

5.2. Tempo de ordenha por fila

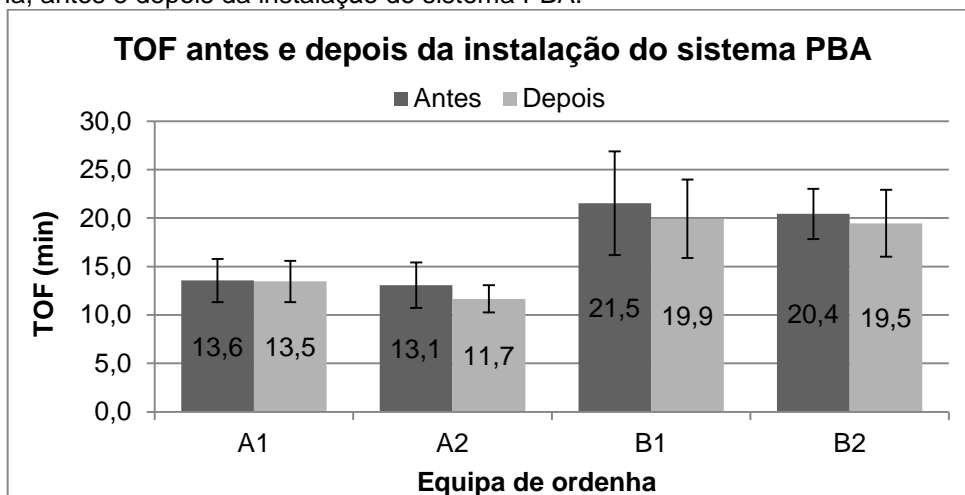
Quanto ao tempo que uma fila completa de vacas demorava a ser ordenhada, também diminuiu em todas as equipas. O tempo máximo por fila diminuiu em todas as equipas exceto na equipa B1 (onde aumentou 2 minutos). Nas equipas A2, B1 e B2 houve também uma redução do tempo mínimo registado (tabela 20).

Tabela 20 - Tempo médio de ordenha por fila de vacas ordenhadas (em minutos), antes e depois da instalação do sistema PBA e diferença entre as respetivas médias, para as 4 equipas acompanhadas.

Equipa	Antes				Depois				Diferença		P
	N	Média ± δ	Mín	Máx	N	Média ± δ	Mín	Máx	(min)	(%)	
A1	27	13,6 ± 2,2	10	20	24	13,5 ± 2,1	10	19	-0,1	-0,7	>0,05
A2	27	13,1 ± 2,3	10	19	27	11,7 ± 1,4	9	15	-1,4	-10,8	<0,05
B1	13	21,5 ± 5,3	16	36	13	19,9 ± 4,1	15	27	-1,6	-7,5	>0,05
B2	14	20,4 ± 2,6	17	26	15	19,5 ± 3,5	15	28	-1,0	-4,7	>0,05

A equipa onde se verificou uma redução maior do tempo de ordenha por fila foi a equipa A2 (gráfico 11), com uma redução de aproximadamente 11%, e foi estatisticamente significativa ($P < 0,05$). Para as restantes equipas a variação encontrada entre medianas do tempo de ordenha por fila antes e depois da instalação do sistema PBA não foi estatisticamente significativa ($P > 0,05$).

Gráfico 11 - Tempos médios de ordenha por fila de vacas ordenhada (em minutos) para cada equipa de ordenha, antes e depois da instalação do sistema PBA.



5.3. Tempo em que pelo menos uma das filas esteve vazia

O tempo em que pelo menos uma das filas da sala de ordenha esteve inutilizada, relativamente à duração total da ordenha, diminuiu na equipa A1, de 11,5 para 5,6%. Na equipa A2 manteve-se constante com a introdução do sistema PBA e nas duas equipas da exploração B aumentou. Na equipa B2 o TOSV duplicou (tabela 21).

Tabela 21 - Quantidade do tempo total de ordenha em que pelo menos uma fila esteve vazia (%).

Equipa	Antes	Depois
A1	11,5	5,6
A2	5,3	5,3
B1	10,4	11,6
B2	6,6	13,2

6. Teor de iodo no leite

A concentração de desinfetante, neste caso iodo, no leite de tanque aumentou nas duas explorações, sensivelmente para o dobro, como exibido na tabela 22. Estes valores encontram-se distantes do limite máximo recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS, WHO) de 0,5 mg/l.

Tabela 22 - Teor de iodo no leite de tanque das explorações A e B (em µg/l) determinado por ICP-MS, antes e depois da instalação do sistema PBA.

Exploração	Uma semana antes da instalação (µg/l)	Um mês após a instalação (µg/l)	Aumento (µg/l)
A	44,0	80,0	36,0
B	55,0	110	55,0

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A realização de um estudo em condições reais em efetivos comerciais (estudo de campo) implica a impossibilidade de controlar todos os fatores intervenientes nos resultados obtidos, ao contrário do que acontece num estudo experimental. Por outro lado, um estudo experimental não tem a interferência de todos os fatores que se verificam na situação real e que podem ter um efeito modulador importante nos resultados. Existem estudos experimentais publicados acerca deste sistema e de outros semelhantes. No entanto, à data de início deste estudo, não se conheciam estudos de campo, tendo surgido o primeiro em 2012 (Olde Riekerink, Ohnstad, van Santen, & Barkema, 2012).

Ao longo do tempo de estudo, após a instalação do sistema PBA, ocorreram algumas alterações nas duas explorações que podem ter interferido nos resultados obtidos. Uma delas foi a transição do material de enchimento dos cubículos para areia, que ocorreu no mês 9 na exploração A e no mês 6 na exploração B. Ambas as explorações iniciaram um programa de qualidade do leite na mesma altura em que procederam à instalação do sistema PBA, sendo este outro fator importante a ter em conta.

A utilização de areia em vez de palha como material de cama está associada a uma melhoria das classificações da higiene dos animais (Norrington *et al.*, 2008), e a menores contagens de microrganismos no material de cama (Hogan *et al.*, 1989; Godden, Bey, Lorch, Farnsworth, & Rapnicki, 2008). Tanto a higiene dos animais como a contagem de microrganismos no material de cama constituem fatores de risco na ocorrência de novas infeções intramamárias. Foi identificado um risco aumentado de infeção intramamária, causada por agentes de maior importância, em vacas com úberes sujos, quando comparadas com vacas com úberes limpos (Schreiner & Ruegg, 2003). Durante o período de estudo foi possível verificar que após a mudança do material de enchimento dos cubículos para areia, a pontuação de higiene dos animais melhorou, principalmente na exploração A. Desta forma, com a transição do material de enchimento dos cubículos para areia, seria de esperar uma diminuição do risco de ocorrência de novas infeções intramamárias.

O deslizamento das tetinas era um problema nas duas explorações (dados não mostrados), e em ambas demorava bastante tempo a ser corrigido pelos ordenhadores, constituindo um fator de risco para o aparecimento de novas infeções. Com o sistema PBA em funcionamento, a ocorrência de deslizamentos de tetinas diminuiu nas duas explorações, o que pode estar relacionado com o peso das tetinas do sistema PBA ser menor que o das tetinas utilizadas anteriormente (cerca de 650 g e 250 g mais leves que as tetinas anteriores da exploração A e B, respetivamente) (Rasmussen & Madsen, 2000), com a substituição periódica das camisas das tetinas a que o novo sistema obriga, pelo tipo de contrato praticado, e com o ajuste dos níveis de vácuo.

Por outro lado, seria de esperar que um produtor que investiu neste sistema desse mais atenção à saúde do úbere e higiene dos animais (Rodrigues & Ruegg, 2005) e se sentisse mais motivado para proceder a alterações de manejo. Um produtor mais interessado e motivado facilita a implementação de melhorias na exploração e na rotina de ordenha, estando ciente da importância da saúde do úbere na qualidade do leite produzido e nos resultados da exploração.

1. Contagem de células somáticas totais do efetivo

A CCST diminuiu significativamente nas duas explorações, à semelhança do que foi descrito por Galton (2004) e Olde Riekerink *et al.* (2012). No estudo de Olde Riekerink *et al.* (2012), é referido que os efeitos da transição para o sistema PBA não são significativos no período de 1 a 12 meses após a instalação e apenas adquirem significado estatístico no período de 7 a 18 meses após a instalação. No presente estudo, as reduções da CCST fizeram-se sentir logo após a instalação do sistema, sendo a CCST significativamente menor no período de 12 meses após a instalação, relativamente ao período de 12 meses antes da instalação nas duas explorações estudadas e de forma estatisticamente significativa ($P < 0,05$). Ainda assim, o 6º mês de estudo foi, para as duas explorações, o último mês de estudo em que ocorreu um aumento da CCST, relativamente ao período anterior à instalação.

Por outro lado, é importante referir que um programa de saúde do úbere e qualidade do leite como o que foi implementado nas duas explorações estudadas inclui a identificação dos agentes de mastite mais prevalentes e problemáticos na exploração, a identificação de vacas com infeções intramamárias crónicas, a gestão de protocolos de tratamentos adequados, a escolha racional das vacas a secar e a refugar, a gestão dos grupos de vacas nos parques e da sua ordem de ordenha e a implementação de melhorias na rotina de ordenha e em todo o manejo da exploração (higiene, alimentação). Todas estas ações contribuem cumulativamente, direta ou indiretamente, para a diminuição da CCST.

2. Taxa de novas infeções

Com a utilização de um sistema PBA, seria de esperar uma diminuição da TNI uma vez que este sistema, para além de realizar o *postdipping*, também efetua a lavagem e desinfecção interior das tetinas, reduzindo assim o risco de transmissão de agentes de mastite através das tetinas (Olde Riekerink *et al.*, 2012). Nas duas explorações estudadas a redução na TNI ao longo do tempo de estudo não foi significativa, provavelmente devido às grandes variações registadas bem como à ausência de dados em alguns meses, o que reduziu a amostra, principalmente na exploração A. Na exploração A a média mensal da TNI diminuiu

cerca de 11% mas na exploração B, inclusivamente aumentou, ao contrário do que seria de esperar. No estudo de Olde Riekerink *et al.* (2012) obtiveram-se resultados interessantes, com uma diminuição da TNI nas explorações que aplicavam o *postdip* por aspersão e passaram a utilizar o sistema PBA (-1,5%) e um aumento da TNI nas explorações que aplicavam o *postdip* por imersão em copo e passaram a utilizar o sistema PBA (0,3%). Os autores justificaram este último resultado pela definição relativamente pouco sensível utilizada para nova infeção intramamária (a mesma que a utilizada no presente estudo). Contrariamente aos resultados obtidos para a exploração B, num estudo de Galton (2004), concluiu-se que a aplicação automatizada do *postdip*, através da máquina de ordenha antes do desacoplamento das tetinas, reduzia o número de novas infeções intramamárias causadas pelos 3 agentes de mastite avaliados nesse ensaio experimental (*S. aureus*, *S. uberis* e *S. agalactiae*), quando comparada com a aplicação do *postdip* de forma manual por imersão em copo. O autor explicou os seus resultados por uma aplicação mais eficaz e consistente e com uma melhor cobertura da pele do teto quando o desinfetante era aplicado de forma automatizada, comparativamente à aplicação manual. No entanto, no dispositivo estudado por Galton (2004) – *Westfalia Surge Air Dip Technology*[®] – o injetor do desinfetante situava-se no tubo curto do leite, imediatamente abaixo do copo da tetina, fazendo com que a aspersão do desinfetante ocorresse em sentido ascendente, sendo projetado na direção da extremidade para a base do teto.

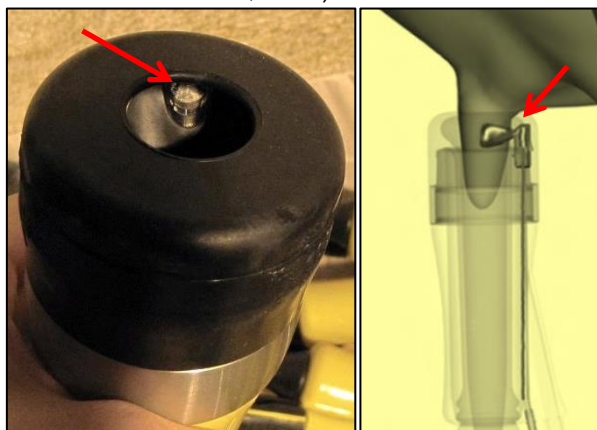
No caso do dispositivo *ADF milking*[®], a injeção do desinfetante ocorre na boca da tetina, como se pode ver na figura 18 e esquematicamente na figura 19, o que faz com que o desinfetante seja aplicado no sentido descendente, da base para a extremidade do teto. Este fator pode contribuir para que a penetração do desinfetante no canal do teto não seja tão eficiente e desta forma não seja eficaz contra os agentes que tenham penetrado no canal do teto, agentes estes que estão correlacionados com a ocorrência de novas infeções intramamárias (Newbould, Carey, & Barnum, 1970). Na variável TNI apenas foi tido em conta o valor da CCS individual, considerando a infeção intramamária como a causa mais prevalente de CCS elevadas (Schukken, Wilson, Welcome, Garrison-Tikofsky, & Gonzalez, 2003), não havendo informação sobre a etiologia do possível agente (contagioso vs ambiental). Desta forma, fica em aberto qual a etiologia das novas infeções registadas com o sistema PBA em funcionamento. Os estudos publicados sobre *backflush* referem a sua eficácia maioritariamente contra agentes contagiosos (Hogewerf *et al.*, 2008; Hiley *et al.*, 2011). Uma vez que a TNI não contribuiu para a redução da CCST, esta redução deveu-se, provavelmente, ao tratamento, secagem ou refugo de vacas com mastite (CCS elevadas) ou à alteração do tipo de agente de mastite mais prevalente no efetivo. Com o acompanhamento de ambas as explorações por uma equipa de consultoria de qualidade do leite e saúde do úbere (Doutor Ricardo Bexiga e Dra. Ema Roque) foi possível averiguar o

perfil de agentes de mastite presentes nas explorações. Relativamente à exploração A, no momento em que decorreu a instalação, o agente mais preocupante tratava-se de *Prototheca sp.*, que tem vindo a ser controlado com a identificação de animais infetados e a sua secagem e refugo (já que, atualmente, não existe tratamento eficaz). Quanto à exploração B, confirmou-se a presença de *S. agalactiae* como agente mais prevalente no momento da instalação do sistema PBA. A infeção por *S. agalactiae* origina CCS elevadas no leite proveniente do quarto infetado, com uma média de 857 000 cél/ml, e pode contribuir em grande escala para o aumento das CCS do leite de tanque (Djabri *et al.*, 2002). Uma vez que a CCST sofreu uma redução média de 20%, embora a TNI tenha aumentado 3%, uma explicação possível seria a alteração dos agentes mais prevalentes na exploração, neste caso uma diminuição da prevalência de *S. agalactiae*, e substituição por outros agentes que originem CCS menos elevadas, como por exemplo *Corynebacterium bovis* e SCN. As

infeções por SCN originam CCS na ordem das 132.000 cél/ml (Bexiga, 2011) e as infeções por *C. bovis* originam CCS médias de 105.000 cél/ml (Djabri *et al.*, 2002). Os SNC são, atualmente, os agentes mais frequentemente isolados de amostras de leite provenientes de quartos com mastite tanto clínica como subclínica em vários países (Bexiga, Cavaco, & Vilela, 2005; Tenhagen, Koster, Wallmann, & Heuwieser, 2006; Bradley, Leach, Breen, Green, & Green, 2007).

Figura 18 (à esquerda) - localização do injetor de desinfetante na boca da tetina (original).

Figura 19 (à direita) - representação esquemática do local de injeção do desinfetante (adaptado de Olde Riekerink *et al.*, 2012).



3. Cobertura dos tetos pelo desinfetante pós-ordenha

Numa situação ideal, pretende-se que o maior número possível de tetos ordenhados tenha uma cobertura pelo *postdip* de grau 4 e que as classificações de grau 1 e 2 não existam. A classificação de grau 3 é intermédia e não confere a proteção total que a prática do *postdipping* pode fornecer, embora tenha algum efeito protetor.

O desinfetante utilizado pelo sistema PBA é bastante líquido, o que tem vantagens e desvantagens: como é mais líquido penetra mais facilmente no canal do teto mas, no entanto, escorre mais rapidamente. Por outro lado, como o injetor que aplica o

Figura 20 - Teto com CT heterogénea, apenas de um lado - grau 3. (original).



desinfetante no sistema PBA se encontra na boca da tetina, esta posição está acima da extremidade do teto, ou seja, o desinfetante é aplicado na parte superior do teto (junto à base) e depois escorre aquando do desacoplamento das tetinas em sentido descendente, até cobrir a ponta do teto. No caso da aplicação manual, o teto era mergulhado no desinfetante da ponta para a base, facilitando a entrada do desinfetante no canal do teto, apesar de nestes casos o desinfetante ser mais viscoso. Por ser mais viscoso, o *postdip* aplicado manualmente permanecia mais tempo aderido à pele do teto. Por outro lado um *postdip* mais viscoso e que adere melhor à pele do teto, requer uma melhor preparação dos tetos pré-ordenha, para retirar todos os resíduos de *postdip* e de material que possa ficar aderido ao mesmo, pela sua característica viscosa (Hemling *et al.*, 2011).

A grande ocorrência de graus de classificação 3 da CT após a instalação do sistema PBA pode também ser justificada pela forma de aplicação do desinfetante pelo sistema PBA, visto o injetor estar localizado num ponto da boca da tetina que, quando acoplada ao teto, corresponderá à área do teto próxima do injetor (figuras 18 e 19). Quando as tetinas são desacopladas, o seu movimento descendente espalha o desinfetante por todo o teto. Observaram-se, no entanto, situações em que o teto estava coberto de desinfetante apenas de um lado (figura 20), que provavelmente corresponderia ao local onde se situava o injetor. Devido à forma de aplicação do desinfetante pelo sistema PBA e às características do próprio desinfetante (líquido, cor pouco marcada) a classificação da CT foi mais difícil e provavelmente terá mais erro associado que no caso da aplicação manual. A principal dificuldade sentida foi a distinção entre os graus 3 e 4. Uma das situações era a dificuldade em identificar o limite superior da cobertura da pele do teto (distinguir se a CT era $\leq 60\%$ ou $>60\%$). Por outro lado, dentro do mesmo grau 3 existe uma grande variação da superfície do teto coberta, devido à definição que foi atribuída a este grau da escala (um teto com apenas a extremidade coberta e um teto com a extremidade e 60% da superfície do teto coberta têm ambos classificação 3). Uma solução para este problema seria, por exemplo, dividir o grau 3 em dois: $<30\%$ da superfície coberta e entre 30 e 60% da superfície coberta; e repetir a análise.

Num estudo semelhante (Hogewerf *et al.*, 2008) foi também utilizada uma escala visual de 1 a 4, em que o grau 1 correspondia à não cobertura do teto, o grau 2 a uma cobertura inferior a 40%, o grau 3 a uma cobertura de cerca de 50% e o grau 4 à cobertura de mais de 60% do teto. No presente estudo considerou-se a cobertura da extremidade do teto importante na proteção atribuída pelo *postdip*, daí as diferenças entre as duas escalas. Compararam-se os resultados obtidos para a CT entre os dois estudos – como apenas o grau 1 e 4 são equivalentes entre os dois estudos, apenas se comparou a ocorrência destes graus da escala. No estudo de Hogewerf *et al.* (2008) obteve-se uma frequência de 2,8 e 87,8% para classificações de grau 1 e 4, respetivamente, com aplicação manual do desinfetante e 3,1 e

31,9% para classificações de grau 1 e 4, respetivamente, com o sistema PBA, tendo havido um ligeiro aumento da frequência de classificações de grau 1 e uma grande diminuição da frequência de classificações de grau 4. No presente estudo, como apresentado na tabela 11 foram obtidas frequências de 3,2 e 68,7% para classificações de grau 1 e 4, respetivamente, para a aplicação manual e, posteriormente, 2,5 e 47,6% para os graus 1 e 4, respetivamente, com o sistema PBA, o que representa uma diminuição da frequência tanto de classificações de grau 1 como de grau 4, embora o valor de frequências de grau 4 com aplicação pelo sistema PBA se tenha revelado superior ao encontrado por Hogewerf *et al.* (2008). Assim, os resultados obtidos para a CT com a aplicação do desinfetante pós-ordenha pelo sistema PBA, comparativamente à aplicação manual por imersão em copo, foram melhores no presente estudo, relativamente à ocorrência de graus de classificação 1 e 4, do que no estudo de Hogewerf *et al.* (2008).

Uma vez que a classificação da cobertura dos tetos é ordinal (1, 2, 3 ou 4), a análise estatística dos resultados foi realizada como tal. No estudo de Hogewerf *et al.* (2008) as classificações da CT foram analisadas também como variável contínua, comparando as médias obtidas (teste de t para comparação das médias de duas amostras independentes). A análise dos resultados como descrito por Hogewerf *et al.* (2008) pode originar conclusões erróneas visto que, mais importante que a média é a quantidade de ocorrências de cada grau da escala. Duas equipas com a mesma CT média podem ter uma distribuição das classificações muito diferente visto que uma situação em que há muitas classificações de grau 1 e 4 pode originar a mesma média que uma situação com muitas classificações de grau 3 e poucas de grau 1 e, neste último caso, a função do *postdipping* teve melhor aproveitamento que no primeiro.

Ao contrário do que seria de esperar, a variação das classificações entre tetos, para a exploração A, com a aplicação do *postdip* pelo sistema PBA foi estatisticamente significativa ($P < 0,05$), tal como a aplicação manual ($P < 0,001$). Na exploração B, a variação encontrada entre tetos não foi estatisticamente significativa em ambos os modos (manual e automatizado) de aplicação do *postdip* ($P > 0,05$). Seria de esperar, de um sistema automatizado, que a aplicação fosse consistente, sem variação entre tetos, ao contrário do que se verificou na exploração A.

Em relação à ocorrência de classificações de grau 1 com o sistema PBA em funcionamento, foi possível verificar, no decorrer das ordenhas, uma tendência para os ordenhadores não aplicarem manualmente o *postdip* quando as tetinas caíam antes de os ACRs serem acionados e, por isso, o *postdip* não era aplicado nestas situações. Trata-se de um ponto forte em que deve insistir a formação dos ordenhadores que operam com este tipo de sistemas de ordenha.

Na exploração A, com acesso do ordenhador ao animal lateralmente, foi possível observar uma ocorrência maior de classificações de grau 1+2 nos quartos de acesso mais difícil: AL, PP e PL. Desta forma, as melhorias das classificações nestes quartos com a introdução do sistema PBA foram maiores. Já na exploração B as discrepâncias entre classificações de quartos foram menores.

Em todas as equipas estudadas havia a tendência para imergir os dois tetos posteriores em conjunto no copo de aplicação de *postdip*, quando estes se encontravam anatomicamente muito próximos, o que originava classificações de grau 2 e 3.

A equipa A1 era constituída por duas mulheres e a equipa A2 por dois homens. A frequência de classificações de grau 1+2 na equipa A2 foi inferior à da equipa A1 (8,5 vs 15,6%), o que vem contrariar a ideia comum de que numa exploração leiteira as mulheres têm melhor desempenho na ordenha do que os homens.

É ainda de referir que a presença do operador na sala de ordenha e a sua ação de tirar fotografias aos tetos dos animais após a aplicação do *postdip*, pode ter influenciado de certa forma os resultados obtidos relativamente à CT por aplicação manual, quer de forma positiva devido a uma sensação de avaliação em relação ao operador, quer de forma negativa por distração ou nervosismo com a presença do operador

4. Contagem de microrganismos totais nas tetinas (exploração B)

A redução da CMT foi um dos resultados mais robustos e diretos deste estudo. Desta forma, a utilização do sistema PBA reduz o risco de transmissão de agentes de mastite através da superfície interna das tetinas da máquina de ordenha.

Não foi possível determinar a quantidade exata de ufc que se encontrava no interior de cada tetina analisada nem quais dos agentes isolados eram agentes de mastite. Trata-se de um parâmetro meramente indicativo. No entanto, existem diversos estudos que avaliaram e comprovaram a eficácia do *backflush* das tetinas contra diversos agentes contagiosos, como já foi referido (Hogan *et al.* 1984; Fox *et al.*, 1991; Galton, 2004; Hiley *et al.*, 2011).

A utilização deste sistema não dispensa uma boa preparação dos tetos pré-ordenha de forma a minorar a quantidade de matéria orgânica no interior das tetinas, que em contacto com o ácido peracético pode inativá-lo.

Neste estudo foi utilizado soro fisiológico (a 0,9%) como meio de conservação das zaragatoas até ao seu processamento no laboratório. No entanto, nos estudos realizados por Hogewerf *et al.* (2008) e Hiley *et al.* (2011) é referida a utilização de solução tampão cloreto de sódio-peptona para neutralizar a ação do ácido peracético. De acordo com a norma europeia para testes de eficácia de desinfetantes (EN 1656), nos casos em que há libertação de peróxido de hidrogénio (mecanismo de ação da desinfeção por ácido

peroxiacético) deve ser utilizada catalase como neutralizador da sua ação, para além de um tampão nos casos de pHs extremos, o que não está de acordo com o trabalho realizado por Hogewerf *et al.* (2008). A não utilização de um neutralizador e/ou um tampão no presente estudo poderá ter influenciado os resultados, prolongando o tempo de ação do ácido peracético ou inibindo o crescimento dos microrganismos mais sensíveis a pH ácido. Desta forma, poderia ser repetido um novo ensaio com amostras paralelas utilizando soro fisiológico, tampão cloreto de sódio-peptona e catalase + tampão cloreto de sódio-peptona como meio de conservação das zaragatoas, para verificar se realmente existem diferenças nos resultados.

5. Tempo de ordenha

Em primeira análise, é importante referir que a amostra utilizada para esta variável foi reduzida e por isso pouco representativa da realidade, uma vez que apenas foram comparados os tempos de uma ordenha antes da instalação do sistema PBA com os tempos de uma ordenha com o sistema em funcionamento, para cada equipa. Isto faz com que, mesmo no caso do TOF, a amostra seja pouco representativa, uma vez que todos os TOF estão dependentes do mesmo fator TOT.

Seria de esperar uma redução de pelo menos 10% do tempo total de ordenha, uma vez que foi definido por Armstrong & Quick (1986) que cerca de 10% do tempo total da rotina de ordenha é despendido na realização do *postdipping*. De facto, na exploração A2 a redução foi de 16% e na exploração B1 de 11%, o que poderia indicar uma boa adaptação destas equipas ao novo sistema, tirando partido do mesmo em termos de rentabilidade do tempo e eficiência. Já nas equipas A1 e B2, as reduções do TOT foram de cerca de 5%, não tendo sido poupado o tempo correspondente à tarefa de *postdipping*.

Outra medida que pretendeu avaliar o ganho de eficiência com a instalação do sistema PBA foi a medição do tempo em que pelo menos uma das filas da sala de ordenha esteve vazia durante o tempo total de ordenha. Se uma equipa de ordenha for eficiente, conseguirá utilizar o tempo que despendia na aplicação manual do *postdip* noutras tarefas e assim rentabilizar a utilização da sala de ordenha. A equipa A1 foi aquela em que a TOSV mais diminuiu com a utilização do sistema PBA, o que poderá significar que a equipa se adaptou ao novo sistema, aproveitando o tempo em que anteriormente aplicavam o *postdip* para ir buscar vacas aos parques, por exemplo. Na equipa A2, apesar de ser aquela em que se deu a maior redução do TOF ($P < 0,05$), o TOSV manteve-se constante (cerca de 5% do tempo total de ordenha). Provavelmente este valor é um bom indicador da utilização eficiente da sala de ordenha (numa ordenha de 3 horas corresponde a 9 min) uma vez que, de todas as equipas, a A2 era a que apresentava uma melhor metodologia e eficiência. Nas equipas da

exploração B o TOSV aumentou com a utilização do sistema PBA, o que pode significar uma não adaptação dos ordenhadores ou falta de eficiência no aproveitamento deste sistema. No entanto, para todos os casos seria necessária uma amostragem maior para permitir a obtenção de resultados fiáveis.

Num estudo “*time and motion*” (Ohnstad, Olde Riekerink, Hogewerf, de Koning, & Barkema, 2012), onde foram medidos de forma exata os tempos despendidos em cada tarefa da rotina de ordenha em 5 explorações, o tempo total de ordenha sofreu uma redução estatisticamente significativa com a utilização do sistema PBA em todas elas. Em algumas das explorações era realizada a lavagem manual das tetinas e, nesses casos, a redução do tempo de ordenha com a utilização do sistema PBA foi muito maior. No caso das explorações acompanhadas no presente estudo, a lavagem e desinfecção das tetinas não era uma prática comum, tendo sido uma mais valia do sistema PBA, sem acréscimo de tempo nem de mão de obra.

Ohnstad *et al.* (2012) referiu também que o grau de benefícios obtidos com a utilização do sistema PBA está estritamente relacionado com a rotina de ordenha que era praticada anteriormente e com o tamanho do efetivo. Utilizando como exemplo a equipa A2, a utilização do sistema PBA permitiu ordenhar mais 18 vacas por hora com a mesma mão-de-obra. O tempo poupado pode ser utilizado para a ordenha de mais animais ou na atribuição de outras tarefas aos ordenhadores.

Neste estudo existe outro fator a ter em conta que poderá ter influenciado os resultados: a presença do operador na sala de ordenha, que pode originar tanto o aumento como a diminuição do tempo de ordenha. No entanto, não foi possível contar os tempos de ordenha sem o operador se encontrar presente na sala, embora tenham sido feitos esforços para que a sua interferência nos resultados fosse a menor possível. Por outro lado, seria também interessante realizar a medição do tempo que decorre desde o desacoplamento das tetinas até à saída dos animais nos dois sistemas, possibilitando a determinação do tempo efetivamente ganho com a aplicação do *postdip* pelo sistema PBA.

6. Teor de iodo no leite

Crescentes preocupações têm surgido quanto aos resíduos provocados pela utilização de desinfetante à base de iodo no interior das tetinas.

No estudo de Hogewerf *et al.* (2008) foi demonstrado que a utilização de um sistema PBA aumenta os níveis de iodo no leite, embora se mantenham abaixo dos níveis máximos de resíduos de iodo no leite de acordo com os padrões da EU e Estados Unidos (500 µg/l). Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com os resultados de Hogewerf *et al.* (2008).

Noutro estudo (Galton, 2004), com a utilização de outro sistema (*Westfalia Surge Air Dip Technology*®), não se registaram diferenças significativas ($P>0,05$) entre o teor de iodo no leite de tanque com aplicação manual do *postdip* por imersão face à aplicação automatizada pela máquina de ordenha, sugerindo que o *backflush* após o desacoplamento das tetinas foi suficiente para remover os resíduos de iodo no interior das tetinas. A entrada de iodo para a tubagem do leite (figura 21), devido a um mau posicionamento do conjunto das tetinas após o seu desacoplamento poderá ser um dos fatores que contribuem para o aumento do teor de iodo no leite, mesmo que o *backflush* seja eficiente na eliminação dos resíduos de iodo do interior das tetinas. Num estudo recente (Borucki Castro *et al.*, 2010), as explorações que utilizavam iodo como *predip* apresentaram maiores níveis de iodo no leite, contrariamente ao que foi concluído anteriormente por Blowey e Collis (1992). Outros estudos reportaram que tanto o *predipping* como o *postdipping* com iodóforos aumentam os níveis de iodo no leite (Galton *et al.*, 1984; Galton, 2004; Flachowsky *et al.*, 2007). No presente estudo, a exploração B utilizava iodo como *postdip* antes da instalação do novo sistema e apresentava teores de iodo superiores ao da exploração A (embora de forma pouco acentuada), o que está de acordo com a bibliografia. Nos estudos de Galton (2004) e Flachowsky *et al.* (2007), verificou-se que a realização do *postdipping* (com iodo a 0,5%) aumentou significativamente a média da concentração de iodo no leite em 27,0 a 31,8 µg/l. Na exploração A o aumento registado foi de 36,0 µg/l e na exploração B de 55,0 µg/l, valores estes que se encontram próximos e concordantes com os referidos estudos.

Os teores de iodo registados no leite de tanque das duas explorações estudadas revelaram-se inferiores ao descrito na literatura para a produção intensiva e com sistema de alimentação TMR. No entanto não existem dados que permitam a comparação dos resultados obtidos com explorações portuguesas, dada a distribuição geográfica de iodo nos solos. No Canadá, estão descritos níveis médios de iodo no leite de tanque de cerca de 304 µg/l mas com variações ente 54 e 1.902 µg/l (Borucki Castro *et al.*, 2010). Num estudo subsequente (Borucki Castro *et al.*, 2011), verificou-se que muitas das explorações com níveis elevados de iodo no leite estavam a suplementar as vacas com mais do dobro da concentração de iodo recomendada para incorporação na dieta. Apesar de ter sido encontrada uma relação entre a concentração de iodo na dieta distribuída e a concentração de iodo no leite, esta relação é fraca, indicando que existem outros fatores que afetam a concentração de iodo no leite.

Figura 21 – Situação em que o desinfetante utilizado entrou para o coletor devido, provavelmente, a um posicionamento errado das tetinas (original).



No presente estudo as medições não foram efetuadas em duplicado e os resultados basearam-se apenas numa medição antes da instalação e outra depois, o que é muito pouco representativo e pode induzir em erro. É também importante referir que, apesar das amostras terem sido conservadas a -80°C (temperatura que garante a inibição enzimática), as amostras recolhidas antes da instalação do sistema demoraram mais tempo a ser analisadas, e portanto estiveram mais tempo conservadas, do que as recolhidas posteriormente, uma vez que a análise das amostras foi realizada toda na mesma data, o que poderia contribuir para os valores mais baixos registados antes da instalação do dispositivo. Por outro lado, é importante referir que o teor de iodo presente no leite depende de muitos outros fatores para além dos desinfetantes utilizados na ordenha, como já foi descrito na revisão bibliográfica do presente estudo, motivo pelo qual não se prolongou o estudo deste fator.

CONCLUSÃO

A utilização do dispositivo *ADF milking*[®] reduziu eficazmente o número de microrganismos nas tetinas. Desta forma, poderá contribuir para a prevenção da transmissão de agentes de mastites na sala de ordenha e, conseqüentemente, na diminuição da CCS no leite. O tempo de ordenha pode ser significativamente reduzido e a cobertura dos tetos pelo desinfetante pode melhorar ou piorar, consoante a forma de trabalhar de cada equipa e a eficiência da rotina de ordenha adotada. A utilização do dispositivo não afetou o cumprimento do limite máximo recomendado de iodo presente no leite.

A utilização de um sistema deste género pode trazer mais valias numa exploração comercial desde que as equipas de ordenha tenham formação e se adaptem positivamente ao novo sistema, de forma à obtenção do maior rendimento possível.

A utilização do sistema PBA, apesar de realizar de forma automatizada o *postdipping* e o *backflush*, não dispensa a realização de uma boa preparação e limpeza dos tetos pré-ordenha.

A realização da análise económica seria interessante para avaliar se, financeiramente, a instalação de um sistema deste género se revela rentável numa exploração. Cabe a cada produtor, com a ajuda do médico veterinário assistente e da equipa de saúde do úbere e qualidade do leite, avaliar se os fatores de manejo e da rotina de ordenha poderão ser melhorados facilmente ou se a introdução do sistema PBA será a melhor solução para os resolver.

BIBLIOGRAFIA

ADF Installation Manual V3.1.2. (2012).

Armstrong, D. V., & Quick, A. J. (1986). Time and motion to measure milking parlor performance. *Journal of Dairy Science*, 69(4), 1169–1177.

Barker, A. R., Schrick, F. N., Lewis, M. J., Dowlen, H. H., & Oliver, S. P. (1998). Influence of clinical mastitis during early lactation on reproductive performance of Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, 81(5), 1285–1290.

Barros, T. M. L. da C. (2013). *Análise dos padrões de refugo em explorações leiteiras do sul de Portugal*. Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Técnica de Lisboa.

Berger, U., Haldemann, C., & Schaeren, W. (2011). Epidemiological and microbiological characteristics of *Streptococcus uberis* as mastitis pathogen in Swiss dairy herds [Abstract]. In H. Hogeveen & T. J. G. M. Lam (Eds.), *Udder Health and Communication: Proceedings of the international conference 25-27 October 2011*. (349). Utrecht, the Netherlands: Wageningen Academic Publishers.

Bexiga, R., Cavaco, L. M., & Vilela, C. L. (2005). Mastites subclínicas bovinas na zona do Ribatejo-Oeste. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 100, 39–44.

Bexiga, R. (2011). *Bovine mastitis due to coagulase-negative Staphylococci and the role of minor pathogens on mastitis*. Tese de Doutoramento em Ciências Veterinárias. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Técnica de Lisboa.

Bickert, W. G., Speicher, J. A., & Armstrong, D. V. (1974). Milking systems for large herds. *Journal of Dairy Science*, 57(3), 369–377.

Blowey, R., & Edmondson, P. (2010). *Mastitis Control in Dairy Herds*. London: CABI.

Blowey, R. W., & Collis, K. 1992. Effect of premilking teat disinfection on mastitis incidence, total bacterial count, cell count and milk yield in three dairy herds. *The Veterinary Record*. 130:175-178.

Borucki Castro, S. I., Berthiaume, R., Laffey, P., Fouquet, A., Beraldin, F., Robichaud, A., & Lacasse, P. (2010). Iodine concentration in milk sampled from canadian farms. *Journal of Food Protection*, 73(9), 1658–1663.

Borucki Castro, S. I., Berthiaume, R., Robichaud, A., & Lacasse, P. (2012). Effects of iodine intake and teat-dipping practices on milk iodine concentrations in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(1), 213–220.

Borucki Castro, S. I., Lacasse, P., Fouquet, A., Beraldin, F., Robichaud, A., & Berthiaume, R. (2011). Short communication: Feed iodine concentrations on farms with contrasting levels of iodine in milk. *Journal of Dairy Science*, 94(9), 4684–4689.

Bradley, A. J., Leach, K. A., Breen, J. E., Green, L. E., & Green, M. J. (2007). Survey of the incidence and aetiology of mastitis on dairy farms in England and Wales. *Veterinary Record*, 160, 253–257.

- Bramley, A., Cullor, J., Erskine, R., Fox, L., Harmon, R., Hogan, J., Sordillo, L. (1996). *Current Concepts of Bovine Mastitis* (4th ed.). Madison, Wisconsin: National Mastitis Council.
- Breen, J. E., Bradley, A. J., & Green, M. J. (2009). Quarter and cow risk factors associated with a somatic cell count greater than 199.000 cells per milliliter in United Kingdom dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 3106–3115.
- Breen, J. E., Green, M. J., & Bradley, A. J. (2009). Quarter and cow risk factors associated with the occurrence of clinical mastitis in dairy cows in the United Kingdom. *Journal of Dairy Science*, 92(6), 2551–2561.
- Bruckmaier, R. M., & Wellnitz, O. (2008). Induction of milk ejection and milk removal in different production systems. *Journal of Animal Science*, 86(13 suppl), 15–20.
- Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., Shook, G. E., & Ruegg, P. L. (2005). Assessment of the impact of somatic cell count on functional longevity in Holstein and Jersey cattle using survival analysis methodology. *Journal of Dairy Science*, 88(2), 804–811.
- Conrad, L. M., & Hemken, R. W. (1978). Milk iodine as influenced by an Iodophor teat dip. *Journal of Dairy Science*, 61(6), 776–780.
- Dahl, L., Opsahl, J. A., Meltzer, H. M., & Julshamn, K. (2003). Iodine concentration in Norwegian milk and dairy products. *British Journal of Nutrition*, 90(03), 679–685.
- Dela Rue, B. (2008). Keeping on top with information. In *Proceedings of 6th Dairy3 Conference, April 14–16, 2008*, (161–165). Rotorua, New Zealand.
- Djabri, B., Bareille, N., Beaudeau, F., & Seegers, H. (2002). Quarter milk somatic cell count in infected dairy cows: a meta-analysis. *Veterinary Research*, 33, 335–357.
- Dohoo, I., & Leslie, K. (1991). Evaluation of changes in somatic cell counts as indicators of new intramammary infections. *Preventive Veterinary Medicine*, 10, 225–237.
- Dufour, S., Fréchette, A., Barkema, H. W., Mussell, A., & Scholl, D. T. (2011). Invited review: effect of udder health management practices on herd somatic cell count. *Journal of Dairy Science*, 94(2), 563–579.
- European Committee for Standardization. (2009). EN 1656 - Chemical disinfectants and antiseptics - Quantitative suspension test for the evaluation of bactericidal activity of chemical disinfectants and antiseptics used in the veterinary area – Test method and requirements (phase 2, step 1). Brussels: CEN.
- Eurostat. (2012). Agricultural products - Statistics Explained. Acedido a 7 de setembro de 2013. Disponível em http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Agricultural_products
- Eurostat. (2013). Milk and dairy production statistics - Portrait of the EU milk production sector. Acedido a 7 de setembro de 2013. Disponível em http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Milk_and_dairy_production_statistics#
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2012). *Statistical Yearbook 2012 - World Food and Agriculture*. Rome. Acedido em 28 de agosto de 2013. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/015/i2490e/i2490e00.htm>

- Fetrow, J. (2000). Mastitis: an economic consideration. In Proceedings of the 39th Annual Conference National Mastitis Council: February 13–16, 2000, (3–47). Atlanta: GA.
- Flachowsky, G., Schöne, F., Leiterer, M., Bemann, D., Spolders, M., & Lebzien, P. (2007). Influence of an iodine depletion period and teat dipping on the iodine concentration in serum and milk of cows. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 16, 18–25.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, & World Health Organization. (2002). Iodine. In *FAO/WHO Human Vitamin and Mineral Requirements: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Bangkok, Thailand*. FAO Rome: Food and Nutrition Division.
- Fox, L. K., Gershman, M., Hancock, D. D., & Hutton, C. T. (1991). Fomites and reservoirs of *Staphylococcus aureus* causing intramammary infections as determined by phage typing: the effect of milking time hygiene practices. *The Cornell Veterinarian*, 81(2), 183–193.
- Galton, D. M. (2004). Effects of an automatic postmilking teat dipping system on new intramammary infections and iodine in milk. *Journal of Dairy Science*, 87(1), 225–231.
- Galton, D. M., Petersson, L. G., Merrill, W. G., Bandler, D. K., & Shuster, D. E. (1984). Effects of premilking udder preparation on bacterial population, sediment, and iodine residue in milk. *Journal of Dairy Science*, 67(11), 2580–2589.
- George, L. W., Divers, T. J., Ducharme, N., & Welcome, F. L. (2008). Diseases of the teats and udder. In Thomas J. Divers, & Simon F. Peek (Eds.), *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle* (2nd Edition), (327–394). Saint Louis: W.B. Saunders.
- Ginsberg, R. (2011). Influence of milk yield and take-off settings on milking parlour performance and udder health. In H. Hogeveen & T. J. G. M. Lam (Eds.), *Udder Health and Communication: Proceedings of the international conference 25-27 October 2011*. (407–414). Utrecht, the Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Ginsberg, R., Rak, D., Arazi, A., & Aizinbud, E. (2011). Detection and prevention of milking routine problems by computerized monitoring of milking irregularities. In *Proceedings of the 50th NMC Annual Meeting, 23-26 January, 2011*, (167–168). Arlington, Virginia.
- Gleeson, D. E., Meaney, W. J., O'Callaghan, E. J., & Rath, M. V. (2004). Effect of teat hyperkeratosis on somatic cell counts of dairy cows. *The International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 2(2), 115–122.
- Godden, S., Bey, R., Lorch, K., Farnsworth, R., & Rapnicki, P. (2008). Ability of organic and inorganic bedding materials to promote growth of environmental bacteria. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 151–159.
- Grindal, R. J., & Priest, D. J. (1989). Automatic application of teat disinfectant through the milking machine cluster. *Journal of Dairy Research*, 56(04), 579–585.
- Gröhn, Y. T., Eicker, S. W., Ducrocq, V., & Hertl, J. A. (1998). Effect of diseases on the culling of Holstein dairy cows in New York State. *Journal of Dairy Science*, 81(4), 966–978.
- Hassan, K. J., Samarasinghe, S., & Lopez-Benavides, M. G. (2009). Use of neural networks to detect minor and major pathogens that cause bovine mastitis. *Journal of Dairy Science*, 92(4), 1493–1499.

- Hemling, T. C., Lopez-Benavides, M. G., & Goossens, X. (2012). The world of post milking teat disinfectants: features, uses and risks. In H. Hogeveen & T. J. G. M. Lam (Eds.), *Udder Health and Communication: Proceedings of the international conference 25-27 October 2011*, (421–421). Utrecht, the Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Hemling, T., Lopez-Benavides, M., & Goossens, X. (2011). Post-Milking teat disinfection (poster). In *Udder Health and Communication: Internacional conference 25-27 October 2011*. Utrecht, the Netherlands.
- Hiley, R., May, R., Kingston, C., & Ohnstad, I. (2011). An evaluation of bacterial count in a liner before and after spraying with peracetic acid solution. In *Proceedings of the 50th NMC Annual Meeting, 23-26 January, 2011*, (169–170). Arlington, Virginia.
- Hogan, J. S., Harmon, R. J., Langlois, B. E., Hemken, R. W., & Crist, W. L. (1984). Efficacy of an iodine backflush for preventing new intramammary infections. *Journal of Dairy Science*, 67(8), 1850–1859.
- Hogan, J. S., Smith, K. L., Hoblet, K. H., Todhunter, D. A., Schoenberger, P. S., Hueston, W. D., Conrad, H. R. (1989). Bacterial counts in bedding materials used on nine commercial dairies. *Journal of Dairy Science*, 72(1), 250–258.
- Hogan, J. S., White, D. G., & Pankey, J. W. (1987). Effects of teat dipping on intramammary infections by staphylococci other than *Staphylococcus aureus*. *Journal of Dairy Science*, 70(4), 873–879.
- Hogewerf, P. H., Ipema, A. H., de Koning, C. J. A. M. de, Schuiling, H. J., Slaghuis, B. A., Tancin, V., Ohnstad, I., Barkema, H. W. (2008). Impact of an automatic teat dipping and cluster flushing system on iodine residuals, milking characteristics and teat coverage. In T. J. G. M. Lam (Ed.), *Mastitis Control: From Science to Practice*, (349–356). Wageningen, the Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Hortet, P., & Seegers, H. (1998). Calculated milk production losses associated with elevated somatic cell counts: Review and critical discussion. *Veterinary Research*, 29, 497–510.
- Hovinen, M., & Pyörälä, S. (2011). Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *Journal of Dairy Science*, 94, 547–562.
- Hughes, J. (2001). A system for assessing cow cleanliness. *In Practice*, 23(9), 517–524.
- Huijps, K., Lam, T. J., & Hogeveen, H. (2008). Costs of mastitis: facts and perception. *Journal of Dairy Research*, 75(1), 113–120.
- Hutton, C. T., Fox, L. K., & Hancock, D. D. (1991). Risk factors associated with herd-group milk somatic cell count and prevalence of coagulase-positive staphylococcal intramammary infections. *Preventive Veterinary Medicine*, 11(1), 25–35.
- International Farm Comparison Network. (2011). *A summary of results from the IFCN Dairy Report 2011*. Germany. Acedido em 22 de maio d 2013. Disponível em <http://www.ifcnnetwork.org/media/downloads/IFCN-Dairy-Report-2011---press-release.pdf>

- Instituto Nacional de Estatística, I.P. (2013). *Estatísticas Agrícolas 2012*. Lisboa - Portugal. Acedido em 28 de agosto de 2013. Disponível em http://www.ine.pt/xportal/xmain?xp_id=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=153380933&PUBLICACOEsmodo=2
- International Dairy Federation. (1987). Bovine Mastitis: Definitions and Guidelines for Diagnosis. *Bulletin of the International Dairy Federation*. Brussels, Belgium.
- International Organization for Standardization. (2007). ISO 5707:2007 Milking machine installations - Construction and performance [Abstract]. Acedido em 19 de setembro de 2013. Disponível em http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=37190
- International Organization for Standardization. (2007). ISO 3918:2007 - Milking machine installations - Vocabulary [Abstract]. Acedido em 19 de Setembro de 2013. Disponível em http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=37189
- International Organization for Standardization. (2007). ISO 6690:2007 - Milking machine installations - Mechanical tests [Abstract]. Acedido em 19 de Setembro de 2013. Disponível em http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=37191
- Jago, J. G., Burke, J. L., & Williamson, J. H. (2010). Effect of automatic cluster remover settings on production, udder health, and milking duration. *Journal of Dairy Science*, 93(6), 2541–2549.
- Lam, T. J. G. M., Dejong, M. C. M., Schukken, Y. H., & Brand, A. (1996). Mathematical modeling to estimate efficacy of postmilking teat disinfection in split-udder trials of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 79(1), 62–70.
- Lam, T. J. G. M., van Vliet, J. H., Schukken, Y. H., Grommers, F. J., van Velden-Russcher, A., Barkema, H. W., & Brand, A. (1997). The effect of discontinuation of postmilking teat disinfection in low somatic cell count herds. Dynamics of intramammary infections. *Veterinary Quarterly*, 19(2), 47–53.
- Laquiere, I., Hemling, T. C., & Bradley, A. J. (2010). Evaluation of efficacy of pre-milking udder preparations. In *Proceedings of the 49th NMC Annual Meeting, 31 January – 3 February, 2010*, (pp. 280–281). Albuquerque, New Mexico.
- Lewis, S., Cockcroft, P. D., Bramley, R. A., & Jackson, P. G. G. (2000). The likelihood of subclinical mastitis in quarters with different types of teat lesions in the dairy cow. *Cattle Practice*, 8(3), 293–299.
- Li, M., Waite, K. V., Ma, G., & Eastman, C. J. (2006). Declining iodine content of milk and re-emergence of iodine deficiency in Australia. *The Medical Journal of Australia*, 184(6), 307.
- Lollivier, V., Guinard-Flament, J., Ollivier-Bousquet, M., & Marnet, P. G. (2002). Oxytocin and milk removal: two important sources of variation in milk production and milk quality during and between milkings. *Reproduction Nutrition Development*, 42(2), 173–186.
- Lopez-Benavides, M., Ceballos-Marquez, A., Rauch, B. J., Hemling, T., & Schukken, Y. H. (2012). Use of SCC thresholds to decide microbiological culture of milk samples in

- field trials. In *Proceedings of the 51st NMC Annual Meeting, 22-24 January, 2012*, (197–198). St.Pete Beach, Florida.
- Makovec, J. A., & Ruegg, P. L. (2003). Results of milk samples submitted for microbiological examination in Wisconsin from 1994 to 2001. *Journal of Dairy Science*, 86(11), 3466–3472.
- Mateus, C., Faltynowski, A., & Lopez-Benavides, M. G. (2012). Importance of prepping teats with dry towels to prevent *Pseudomonas aeruginosa* mastitis. In *Proceedings of the 51st NMC Annual Meeting, 22-24 January, 2012*, (199–200). St.Pete Beach, Florida.
- Medeiros, L. (2008, maio). Classificação do leite na produção. *Segurança e Qualidade Alimentar*, (4), 19–21.
- Mein, G. A., & Reinemann, D. J. (2007). Making the most of machine-on time: what happens when the cups are on? In *Proceedings of the 46th NMC Annual Meeting, 21-24 January, 2007*, (18–30). San Antonio, Texas.
- Mein, G. A., & Reid, D. A. (1996). Milking-time tests and guidelines for milking units. In *Proceedings 35th Annual Meeting, National Mastitis Council*, (235–244). Madison, Wisconsin.
- Mein, G. A. (2012). The role of the milking machine in mastitis control. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 28(2), 307–320.
- Mein, G. A., Williams, D. M. D., & Reinemann, D. J. (2003). Effects of milking on teat-end hyperkeratosis: Mechanical forces applied by the teatcup liner and responses of the teat. In *Proceedings of the 42nd NMC Annual Meeting*, (114–123). Fort Worth, Texas.
- Miller, J. K., Swanson, E. W., & Spalding, G. E. (1975). Iodine absorption, excretion, recycling, and tissue distribution in the dairy cow. *Journal of Dairy Science*, 58(10), 1578–1593.
- National Mastitis Council. (1996). Glossary of terms from: “Current concepts of bovine mastitis.” Acedido em 27 de maio de 2013. Disponível em <http://www.nmconline.org/glossary.htm>
- National Mastitis Council. (2005). Human health risks associated with high somatic cell count, Milk Symposium Summary - NMC, inc. Acedido em 13 de julho de 2013. Disponível em <http://nmconline.org/docs/SCChealthrisks.pdf>
- National Mastitis Council. (2009). NMC recommended mastitis control program. Acedido em 3 de julho de 2013. Disponível em from <http://nmconline.org/milkprd.htm>
- Natzke, R. P., Everett, R. W., Guthrie, R. S., Keown, J. F., Meek, A. M., Merrill, W. G., Schmidt, G. H. (1972). Mastitis control program: effect on milk production. *Journal of Dairy Science*, 55(9), 1256–1260.
- Neave, F. K., Dodd, F. H., & Kingwill, R. G. (1966). A method of controlling udder disease. *Veterinary Record*, 78(15), 521–523.
- Neijenhuis, F., Barkema, H. W., Hogeveen, H., & Noordhuizen, J. P. T. M. (2001). Relationship between teat-end callosity and occurrence of clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 84(12), 2664–2672.

- Newbould, F. H. S., Carey, P. G., & Barnum, D. A. (1970). The numbers of intramammary infections and teat duct colonizations in a herd of twins during a hygiene experiment. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 34(3), 203–208.
- Nickerson, S. C. (2011). Mastitis pathogens - Contagious Pathogens. In J. W. Fuquay (Ed.), *Encyclopedia of Dairy Sciences (2nd Edition)*, (408–414). San Diego: Academic Press.
- Norring, M., Manninen, E., de Passillé, A. M., Rushen, J., Munksgaard, L., & Saloniemi, H. (2008). Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness, and hoof and hock injuries of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(2), 570–576.
- Ohnstad, I., Olde Riekerink, R. G. M., Hogewerf, P., de Koning, C. A. J. M., & Barkema, H. W. (2012). Short communication: Effect of automatic postmilking teat disinfection and cluster flushing on the milking work routine. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2567–2570.
- Olde Riekerink, R. G. M., Ohnstad, I., van Santen, B., & Barkema, H. W. (2012). Effect of an automated dipping and backflushing system on somatic cell counts. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 4931–4938.
- Pankey, J. W., Eberhart, R. J., Cuming, A. L., Daggett, R. D., Farnsworth, R. J., & McDuff, C. K. (1984). Uptake on postmilking teat antisepsis. *Journal of Dairy Science*, 67(6), 1336–1353.
- Persson Waller, K., Westermarck, T., Ekman, T., & Svennersten-Sjaunja, K. (2003). Milk leakage - An increased risk in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 86, 3488–3497.
- Petersson-Wolfe, C., Mullarky, I., & Jones, G. (2010). Staphylococcus aureus mastitis: cause, detection, and control. *Virginia Cooperative Extension*, 404-229.
- Pitkälä, A., Haveri, M., Pyörälä, S., Myllys, V., & Honkanen-Buzalski, T. (2004). Bovine Mastitis in Finland 2001 - Prevalence, distribution of bacteria, and antimicrobial resistance. *Journal of Dairy Science*, 87(8), 2433–2441.
- Rasmussen, M. D., & Madsen, N. P. (2000). Effects of milkline vacuum, pulsator airline vacuum, and cluster weight on milk yield, teat condition, and udder health. *Journal of Dairy Science*, 83(1), 77–84.
- Rasmussen, M. D., Frimer, E. S., Horvath, Z., & Jensen, N. E. (1990). Comparison of a standardized and variable milking routine. *Journal of Dairy Science*, 73(12), 3472–3480.
- Regulamento (UE) n.º 37/2010 da Comissão de 22 de Dezembro de 2009 relativo a substâncias farmacologicamente activas e respectiva classificação no que respeita aos limites máximos de resíduos nos alimentos de origem animal. Jornal Oficial da União Europeia n.º L 15. Comissão Europeia.
- Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Abril de 2004, que estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal. Jornal Oficial da União Europeia n.º L 226. Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia.

- Regulamento (CE) n.º 1459/2005 da Comissão, de 8 de Setembro de 2005, que altera as condições de autorização de vários aditivos para a alimentação animal pertencentes ao grupo dos oligoelementos. Jornal Oficial n.º L 233. Comissão Europeia.
- Regulamento (CEE) n.º 2377/90 de 26 de Junho de 1990 que prevê um processo comunitário para o estabelecimento de limites máximos de resíduos de medicamentos veterinários nos alimentos de origem animal. Jornal Oficial n.º L 224. Conselho Europeu.
- Reinemann, D. J. (2007). Milking Machines and Milking Parlors. In M. K. (Ed.), *Handbook of farm, dairy, and food machinery*, (167–189). Norwich, NY: William Andrew Publishing.
- Reneau, J. K. (1986). Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control. *Journal of Dairy Science*, 69(6), 1708–1720.
- Risher, J. F., Samuel Keith, L., World Health Organization, & International Programme on Chemical Safety. (2009). *Iodine and inorganic iodides: human health aspects*. Geneve: WHO.
- Rodrigues, A. C. O., & Ruegg, P. L. (2005). Actions and outcomes of Wisconsin dairy farms completing milk quality teams. *Journal of Dairy Science*, 88(7), 2672–2680.
- Ruegg, P. L. (2011). Managing Mastitis and Producing Quality Milk. In C. A. Risco & P. Melendez (Eds.), *Dairy Production Medicine*. (pp. 207 – 232). Wiley-Blackwell.
- Ruegg, P. L., Rasmussen, M. D., & Reinemann, D. (2005). The seven habits of highly successful milking routines. *UW Milk Quality - milk money*. Acedido em 22 de setembro de 2013. Disponível em <http://milkquality.wisc.edu/programs/milk-money/>
- Santos, J. E. P., Cerri, R. L. A., Ballou, M. A., Higginbotham, G. E., & Kirk, J. H. (2004). Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 80(1), 31–45.
- Schöne, F., & Rajendram, R. (2009). Iodine in Farm Animals. In G. N., Burrow, V. R., Preedy, R. R., Watson (Eds.). *Comprehensive Handbook of Iodine: Nutritional, Biochemical, Pathological and Therapeutic Aspects* (pp. 151–170). Amsterdam: Elsevier Inc.
- Schöne, Friedrich, Leiterer, M., Lebzien, P., Bemann, D., Spolders, M., & Flachowsky, G. (2009). Iodine concentration of milk in a dose–response study with dairy cows and implications for consumer iodine intake. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 23(2), 84–92.
- Schreiner, D. A., & Ruegg, P. L. (2003). Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 86(11), 3460–3465.
- Schrick, F. N., Hockett, M. E., Saxton, A. M., Lewis, M. J., Dowlen, H. H., & Oliver, S. P. (2001). Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters. *Journal of Dairy Science*, 84(6), 1407–1412.
- Schukken, Y. H., Wilson, D. J., Welcome, F., Garrison-Tikofsky, L., & Gonzalez, R. N. (2003). Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Veterinary Research*, 34(5), 579–596.

- Scientific Committee on Food. (2002). Opinion of the Scientific Committee on Food on the tolerable upper intake level of iodine. European Commission, Brussels. Acedido em 14 de agosto de 2013. Disponível em http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out146_en.pdf
- Silva, M. A., Rodrigues, A. C. O., & Ruegg, P. L. (2010). Assessment of milking unit alignment. In *Proceedings of the 49th NMC Annual Meeting, 31 January – 3 February, 2010*, (210–211). Albuquerque, New Mexico.
- Smith, J. (2003). Selecting and managing your milking facility. In *Proceedings of the Sixth Western Dairy Management Conference, March 12-14, 2003*, (119–133). Reno, Nevada
- Tenhagen, B. A., Koster, G., Wallmann, J., & Heuwieser, W. (2006). Prevalence of mastitis pathogens and their resistance against antimicrobial agents in dairy cows in Brandenburg, Germany. *Journal of Dairy Science*, 89, 2542–2551.
- Underwood, E. J., & Suttle, N. F. (1999). *The Mineral Nutrition of Livestock* (3rd edition). Oxon: CAB.
- WHO. (2004). Iodine status worldwide. In *WHO global database on iodine deficiency* (p. 48). Geneva: World Health Organization, Department of Nutrition for Health and Development.
- Wilson, P. (2011). Decomposing variation in dairy profitability: the impact of output, inputs, prices, labour and management. *The Journal of agricultural science*, 149(4), 507–517.
- World Health Organization. (1996). Iodine. In *Trace elements in human nutrition and health* (pp.49–70). Geneva. Acedido em 21 de junho de 2013. Disponível em http://whqlibdoc.who.int/publications/1996/9241561734_eng.pdf
- Zadoks, R. N., & Schukken, Y. H. (2003). Streptococcus uberis: environmental or contagious pathogen?. In *Proceedings of the 42nd National Mastitis Council Annual Meeting*, (61–67). Fort Worth, Texas.
- Zwertvaegher, I., Van Weyenberg, S., Piepers, S., Baert, J., & De Vliegher, S. (2012). Variance components of teat dimensions in dairy cows and associated factors. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 4978–4988.

ANEXO I

CCST

Exploração A

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CCST	Não	,218	12	,120	,894	12	,133
	Sim	,151	12	,200	,971	12	,922

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Group Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
CCST	Não	12	318,6667	42,13470	12,16324
	Sim	12	240,6667	38,88990	11,22655

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
CCST Equal variances assumed	,002	,963	4,712	22	,000	78,00000	16,55234	43,67256	112,32744	
			4,712	21,860	,000	78,00000	16,55234	43,65983	112,34017	
Equal variances not assumed										

Exploração B

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CCST	Não	,243	11	,069	,874	11	,086
	Sim	,246	11	,062	,890	11	,141

a. Lilliefors Significance Correction

Group Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
CCST	Não	11	807,8182	142,73739	43,03694
	Sim	11	633,9091	179,93191	54,25151

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
CCST	Equal variances assumed	2,239	,150	2,511	20	,021	173,90909	69,24886	29,45849	318,35969
	Equal variances not assumed			2,511	19,016	,021	173,90909	69,24886	28,97763	318,84055

TNI

Exploração A

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TNI	Não	,107	9	,200	,985	9	,987
	Sim	,170	9	,200	,944	9	,626

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Group Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TNI	Não	9	13,58	3,571	1,190
	Sim	9	11,06	3,247	1,082

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
TNI	Equal variances assumed	,001	,978	1,568	16	,137	2,522	1,609	-,888	5,933
	Equal variances not assumed			1,568	15,857	,137	2,522	1,609	-,891	5,935

Exploração B

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TNI	Não	,221	11	,138	,927	11	,377
	Sim	,139	11	,200	,950	11	,645

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Group Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TNI	Não	11	11,95	2,945	,888
	Sim	11	11,32	2,953	,890

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
TNI	Equal variances assumed	,102	,752	,499	20	,623	,627	1,257	-1,996	3,250
	Equal variances not assumed			,499	20,000	,623	,627	1,257	-1,996	3,250

ANEXO II

CMT

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
UFC/ml (24h)	Manual	,411	44	,000	,248	44	,000
	Auto	,425	44	,000	,412	44	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of UFC/ml (24h) is the same across categories of M/A.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

TO

Equipa A1

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
A1FilaMin	M	,191	27	,013	,929	27	,067
	A	,210	24	,007	,908	24	,032

a. Lilliefors Significance Correction

Equipa A2

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
A2FilaMin	M	,196	27	,009	,902	27	,015
	A	,200	27	,007	,944	27	,153

a. Lilliefors Significance Correction

Equipa B1

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
B1FilaMin	M	,232	13	,053	,823	13	,013
	A	,218	13	,091	,908	13	,170

a. Lilliefors Significance Correction

Equipa B2

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
B2FilaMin	M	,159	14	,200 [*]	,939	14	,405
	A	,131	15	,200 [*]	,928	15	,252

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

